

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

094335

RECEIVED BY
ESA 913

1 MAR 1985

DATE:

OCAF NO 002031



Projekträger

VERBESSERUNG DER GRUNDKENNTNISSE
ÜBER DIE KLIMATOLOGIE DER VERTIKALEN
OZONSCHICHT DURCH VERSTÄRKTE
BALLONSONDIERUNG

W. Attmannspacher, R. Hartmannsgruber, P. Lang

Juni 1984

ISSN 0176-0777

BPT-Bericht 6/84

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH
München
Bereich Projekträgerschaften

Die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München (GSF) führt im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT) Projektträgerschaften auf den Gebieten von Forschung und Entwicklung in Medizin, Gesundheitswesen und Umweltforschung durch.

In dieser Reihe werden in loser Folge Berichte über Projekte und Forschungsvorhaben herausgegeben. Ziel dieser Berichte ist es, eine rasche und breite Anwendung der Arbeitsergebnisse zu fördern.

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autoren. Die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung übernimmt keine Gewähr, insbesondere für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter.

Als Manuskript vervielfältigt

GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MBH

Bereich Projektträgerschaften

Josephspitalstraße 15 · Telefon (0 89) 59 86 61

8000 München 2

Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH
München
Bereich Projektträgerschaften

VERBESSERUNG DER GRUNDKENNTNISSE ÜBER DIE
KLIMATOLOGIE DER VERTIKALEN OZONSCHICHT
DURCH VERSTÄRKTE BALLONSONDIERUNG

Abschlußbericht Vorhaben FKW 11

W. Attmannspacher, R. Hartmannsgruber, P. Lang
Deutscher Wetterdienst Meteorologisches Observatorium
Hohenpeißenberg

Gefördert vom Bundesministerium für Forschung und Technologie
Im Rahmen des Projekts "Umweltchemikalien (UC) "
UC-Teilprojekt "Untersuchungen von Fluorchlorkohlen-
wasserstoffen auf Umwelteinflüsse "

München 1984

Anschriften der Verfasser:

W. Attmannspacher,
R. Hartmannsgruber,
P. Lang
Deutscher Wetterdienst
Meteorologisches Observatorium
Hohenpeißenberg
Albin-Schwaiger-Weg 10

8126 Hohenpeißenberg

Verbesserung der Grundkenntnisse über die Klimatologie der
vertikalen Ozonschicht durch verstärkte Ballonsondierungen

Abschlußbericht zum Projekt FKW 11

W. Attmannspacher, R. Hartmannsgruber, P. Lang
Deutscher Wetterdienst Meteorologisches Observatorium
Hohenpeißenberg
Albin-Schwaiger-Weg 10 8126 Hohenpeißenberg

Zusammenfassung

Durch das vorliegende Projekt wurde versucht, mit verstärkten Ballonsondierungen sowohl das natürliche Verhalten des Ozons im Jahresablauf, als auch erkennbare Abweichungen möglichst genau zu erfassen.

Diese Messungen zeigen im Bereich der oberen Stratosphäre eine Abnahme des Ozons gegenüber langjährigen Mittelwerten. In der Troposphäre nimmt das Ozon signifikant zu, kann aber den stratosphärischen Rückgang insgesamt nicht kompensieren.

Extended Abstract

After an introduction on the importance of the ozone in the earth atmosphere for men and creatures, chapter 2 gives a description of the orographic situation of the observatory and some statistics of the ozone soundings since November 1966. The yearly mean "correction factors" and their standard deviations are tabled to prove the given accuracy of the single ozone measurements during this 16 years' period.

In chapter 3 it is shown, that the total ozone over a station consists of 3 different rates, governed by different physical processes:

1. The influence of tropospheric weather
2. The dominating horizontal transport in the lower stratosphere, caused by meteorological processes (about 15-25 km altitude)
3. Dominating photo-chemical processes in the upper stratosphere (above about 26 km altitude)

Due to this different influences with increasing height changes of total ozone are a poor tool to search for ozone processes, running at specific altitudes, like photochemical reactions.

The behaviour of stratospheric ozone is described in chapter 4. At first long period means are shown as a function of the seasons and of the year. Strong short time changes of ozone make known the difficulty of separating small, significant trends of the stratospheric ozone amount. To avoid possible solar influences 11 years mean are used as basic lines of the annual mean values from 14-32 km altitude for the period 1967-1982. This figure shows decreasing ozone partial pressures above 26 km altitude at least since 1977. Significant positive correlations are given between the ozone amount at about 18 km and the relative sunspot numbers and negative correlations with the ozone data at 32 km altitude.

III

In chapter 5 the behaviour of the tropospheric ozone is discussed. After a short description of the mean vertical ozone distribution, the mean annual ozone data are figured for the entire measuring period. Altogether the first 10 years indicate an increase of ozone in the whole troposphere. The statistically significant mean data since 1977 show increasing ozone values in the troposphere too. The increase from 1967 to 1974 and from 1974-1981 are of about the same size, but from 1981-1982 it is as big as it was over each of these 2 periods of 7 years before. The total ozone increase reaches 50-70% in the whole free troposphere. The higher value of about 150% at 1 km altitude has to be called untruthful; it was caused with high probability by local industrial influences during the first 3 years.

It is shown that this increase of tropospheric ozone is independent of the intensity of the sun radiation and of reinforced transport of stratospheric ozone into the troposphere.

Continuous measurements of ozone near the ground since 1971 are also treated in this chapter. They confirm the increasing ozone amount in the troposphere.

The results named above are based on Hohenpeißenberg's ozone data only. The first steps to check the measurements of other ozone stations are done in the last chapter. The tropospheric ozone values of Uccle over the period 1970-1979 show the same trend. The years' means of ozone near the ground at Garmisch, Wank and Zugspitze over the period 1979-1982 also have the same tendency.

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
Zusammenfassung	I
Extended Abstract	II
1. Einleitung	1
2. Ozonsondierungen	2
2.1 Stationsbeschreibung und Durchführung der Aufstiege	2
2.2 Aufstiegsstatistik	2
2.3 Meßgenauigkeit und Sondenvergleich	3
3. Gesamtozonmessung	5
4. Stratosphärisches Ozon	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Mittlere Verhältnisse, langjährige Mittelwerte	6
4.3 Kurzzeitige Änderungen	9
4.4 Längerfristige Änderungen in der Stratosphäre	12
5. Troposphärisches Ozon	15
5.1 Mittlere Verhältnisse	15
5.2 Langzeit-Änderungen	17
5.3 Vergleich mit Ozonmessungen in Bodennähe	21
6. Ausblick	23
7. Literatur	26
8. Tabellen	28

1. Einleitung

Die Ozonschicht der Atmosphäre ist für den Menschen lebensnotwendig, da sie den für Lebewesen gefährlichen Teil der Ultraviolettstrahlung der Sonne absorbiert. Eine Zerstörung dieser Schicht durch anthropogene Einflüsse würde heute noch nicht abschätzbare direkte und indirekte Auswirkungen auf das irdische Leben und auf unser Klima bedeuten.

Die vor 8 Jahren von amerikanischen Wissenschaftlern (MOLINA and ROWLAND 1974) entdeckte Gefährdung der Ozonschicht durch Fluor- (Chlor-) Kohlenwasserstoffe (FKW) hat eine internationale Aktivität in der eingehenden Erforschung der damit verbundenen Zusammenhänge bewirkt. Neben zahlreichen Laboruntersuchungen der unterschiedlichen chemischen Reaktionen der, das Ozon beeinflussenden Spurengase, ist vor allem eine intensivere Ozonmessung und -überwachung erforderlich.

Am Observatorium Hohenpeißenberg werden seit 1967 regelmäßig jeden Mittwoch Ozonsonden gestartet und ausgewertet. Eine Sondierung pro Woche reicht aus, um nach langjährigen Messungen Mittelwerte und Kenntnisse der natürlichen Ozonschwankung zu erhalten. Sie reicht aber nicht aus, mögliche geringe Ozonänderungen, verursacht durch anthropogene Einflüsse, in möglichst kurzer Zeit nachzuweisen. Eine Vermehrung der Ozonaufstiege auf mindestens 3 pro Woche wurde daher 1975 bei der ersten Besprechung in der BRD über Auswirkungen von Fluorkohlenwasserstoffen vom Leiter des Observatoriums gefordert. Auch die Weltorganisation für Meteorologie wies auf die Notwendigkeit einer weltweiten Intensivierung der Ozonsondierungen hin. Durch Unterstützung des BMFT mit dem vorliegenden Projekt wurde dies auch für den Hohenpeißenberg möglich. Wie später gezeigt wird, sind sowohl Satellitenmessungen als auch Gesamtozonmessungen vom Boden aus nur bedingt für etwaige Trendaussagen geeignet. Entscheidend sind genaue Messungen in den Höhenschichten in denen sich die entsprechenden photochemischen und chemischen Prozesse abspielen bzw. abspielen können.

2. Ozonsondierungen

2.1 Stationsbeschreibung und Durchführung der Aufstiege

Das Meteorologische Observatorium Hohenpeißenberg liegt 55 km südwestlich von München, 975 m über NN auf dem Gipfel eines einzelstehenden Berges, 200 - 250 m über der Umgebung und etwa 20 km vom Alpennordrand entfernt.

Zur Messung des Ozongehalts in der freien Atmosphäre werden amerikanische Brewer-Mast-Ozonsonden verwendet, deren naßchemisches Meßprinzip (Kaliumjodid-Verfahren) ermöglicht eine "in situ" Messung während des Aufstiegs am Ballon.

Zur Datenübertragung und zur Messung des Luftdrucks, der Lufttemperatur sowie der relativen Feuchte wird eine (amerikanische) Radiosonde mit der Ozonsonde gekoppelt. Mit einem elektronischen Theodoliten (GMD) werden die Signale der Sonden angepeilt und die Meßdaten auf einem meteorologischen Rekorder analog registriert. Mit Hilfe eines angeschlossenen Winkelrekorders werden Höhen- und Seitenwinkel ausgedruckt.

2.2 Aufstiegsstatistik

Regelmäßige Ozonsondierungen wurden am Observatorium Hohenpeißenberg im Rahmen des europäischen Ozonmeßnetzes im November 1966 mit einem Aufstieg pro Woche (jeden Mittwoch) begonnen.

Aufgrund der oben genannten Gefährdung der Ozonschicht wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes und der Empfehlung der WMO seit November 1977 die Zahl der regelmäßigen Aufstiege auf 3 pro Woche im Winterhalbjahr (Nov.-April) und 2 pro Woche im Sommerhalbjahr (Mai-Oktober) verstärkt. Der Grund der dichten Messfolge im Winterhalbjahr liegt am Verhalten des Ozons in der Stratosphäre, es weist während dieser Jahreszeit die höchsten Ozonwerte auf, gleichzeitig sind die kurzzeitigen Änderungen am größten.

Von November 1977 bis Oktober 1982 wurden insgesamt 654 Aufstiege durchgeführt (5 Jahre). Dies bedeutet einen Jahresdurchschnitt von 130 Aufstiegen gegenüber nur 52 in den Jahren 1967 bis 1977. Dabei

erreichten 96% (im Jahr 1982 98%) der Sonden eine Höhe von 30 km, 83% (92%) 32 km, 49% (79%) 34 km und 16% (44%) 36 km. Die mittlere Höhe lag bei 33,5 km (1982 bei 35,4 km). Konnte die obere Höhe des Ozonmaximums (ca. 25-28 km) der vertikalen Ozonverteilung nicht erreicht werden, wurde nachgestartet. Die detaillierten Daten der Ozonsondierungen werden halbjährlich in den "Sonderbeobachtungen des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg" veröffentlicht.

2.3 Meßgenauigkeit und Sondenvergleich

Den Monatsmitteln liegen seit 1977 bis zu 12 Sondierungen zugrunde, in den vorhergehenden Jahren nur 4.

In einer Arbeit über die Güte der Meßergebnisse von Ozonaufstiegen in Abhängigkeit von der Anzahl der Messungen pro Monat kommt TREPP (1973) zu dem Schluß, daß zu einer sicheren Mittelwertbildung 12 Messungen im Monat notwendig sind. Gerade für die hier verfolgte Zielsetzung, mittels gesicherter Meßdaten Aussagen über eventuelle Ozontrends geben zu können, kommt den vermehrten Ozonsondierungen (vor allem im Winterhalbjahr) besondere Bedeutung zu.

Die aufintegrierten Meßwerte der Sonden werden mit Hilfe der Dobsonmessung (Abschnitt 3) "korrigiert", besser "angeeicht". Der mittlere "Korrekturfaktor" betrug in den letzten 5 Jahren: 1.077, bei einer mittleren Streuung von ± 0.06 .

Auf einem Expertentreffen der Weltorganisation für Meteorologie in Toronto im April 1982 (WMO 1982), wurde für einen sogenannten mittleren Korrekturfaktor ein Bereich zwischen 1.0 und 1.35 und einer Streuung bis zu $\pm 0,20$ für brauchbare Messungen angegeben. Tabelle 1 zeigt die mittleren Korrekturfaktoren und die entsprechenden Standardabweichungen für Hohenpeißenberg für jedes Jahr der gesamten Meßperiode. Daraus ergibt sich eine gute Kennung für die Genauigkeit der Messungen. Alle Aufstiege liegen weit innerhalb der oben genannten Grenzen.

Tabelle 1: Mittlere Korrekturfaktoren für alle veröffentlichten Ozonsondierungen, Hohenpeißenberg 1967-1982

Jahr	Anzahl	Mittel	Standardabweichung
1967	46	1.152	± 0.134
1968	52	1.159	± 0.113
1969	60	1.114	± 0.108
1970	53	1.127	± 0.097
1971	53	1.149	± 0.119
1972	55	1.155	± 0.109
1973	54	1.130	± 0.067
1974	50	1.127	± 0.087
1975	53	1.096	± 0.095
1976	55	1.070	± 0.078
1977	65	1.000	± 0.068
1978	130	1.071	± 0.083
1979	132	1.083	± 0.066
1980	135	1.053	± 0.083
1981	130	1.088	± 0.066
1982	130	1.087	± 0.060

An den Ozonmeßstationen auf unserer Erde werden unterschiedliche Ozonsonden gestartet. Um ihre Ergebnisse vergleichen zu können muß ihre Meßgüte bekannt sein. Es wurde deshalb 1970 am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg ein internationaler Ozonsondenvergleich ausgeführt. Ein zweiter Vergleich fand 1978 ebenfalls am Observatorium Hohenpeißenberg statt, an dem 5 Länder teilnahmen. Die Auswertungen zeigten, daß die Ozonfühler der seit dem ersten Vergleich z.T. verbesserten Sonden nur bei sorgfältiger Vorbereitung weitgehend übereinstimmen (ATTMANNSPACHER, DÜTSCH 1970, 1981).

3. Gesamtozon Messung

Unter Gesamtozon versteht man die gesamte, in der Atmosphäre über dem Meßort vorhandene Ozonmenge; sie wird überwiegend mit dem Dobson-Spektrophotometer gemessen. Dabei bestimmt man die Intensitätsdifferenz je zweier Wellenlängen im UV-Bereich der Sonne in denen Ozon die UV-Strahlung stark unterschiedlich absorbiert.

Mit einem gut geeichten Spektrophotometer ist es bei entsprechendem Wetter möglich, den Gesamtozongehalt regelmäßig zu überwachen. Die WMO ist daher bestrebt alle Gesamtozonmeßstationen mit ihren Geräten auf ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und Genauigkeit zu bringen. Dies versucht man durch Gerätevergleiche mit Standardinstrumenten, sowie durch regelmäßige Überwachung der Geräte am Aufstellungsort mit Testlampen.

Am Observatorium Hohenpeißenberg werden seit 1967 - wenn es das Wetter erlaubt - täglich Gesamtozonnmessungen durchgeführt. Ein einwandfrei funktionierendes Spektrometer ermöglicht eine Aussage über den Gesamtozongehalt der Atmosphäre. Darin sind 3 Haupteinflußbereiche enthalten:

1. Der Einfluß des troposphärischen Wettergeschehens
2. Dominierende horizontale, meteorologisch verursachte Massentransporte in der unteren Stratosphäre (etwa 15-25 km Höhe).
3. Dominierende photochemische Prozesse in der oberen Stratosphäre (etwa oberhalb 26 km Höhe).

Zu- oder Abnahme des Gesamtozons ergeben deshalb noch keinen Hinweis in welchem Höhenbereich sich das Ozon ändert. So kann z.B. eine Ozonabnahme in größeren Höhen durch Ozonzunahme in tieferen Schichten ausgeglichen oder überkompensiert werden. Auswirkungen bestimmter chemischer und photochemischer Prozesse auf das Ozon, die nur in bestimmten Höhen auftreten können (z.B. der Einfluß von Fluorkohlenwasserstoffen auf das Ozon der Atmosphäre) sind deshalb aus dem Verhalten des Gesamtozons, wenn überhaupt, nur sehr bedingt erkennbar.

Das tatsächliche Verhalten des Ozons in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre kann auf absehbare Zeit nur durch exakte, regelmäßige Ozonsondierungen in einem vertretbaren Zeitraster festgestellt und überwacht werden.

Seit Ende der 60er Jahre werden an einigen Stationen unserer Erde - seit den letzten 5 Jahren vermehrt - vertikale Ozonprofile gemessen. Seit einigen Jahren versucht man mit Lidargeräten vom Boden aus die Ozonverteilung in den einzelnen Schichten zu bestimmen; die dabei erreichbare Meßgüte muß durch Vergleiche mit ballongetragenen Sonden festgestellt werden. Für den Höhenbereich oberhalb 35 km, der von Ballonsonden nur mit erhöhtem Aufwand noch erfaßt wird, und für eine zeitlich engere Überwachung können diese neuen Meßgeräte eine hilfreiche Ergänzung werden.

4. Stratosphärisches Ozon

4.1 Allgemeines

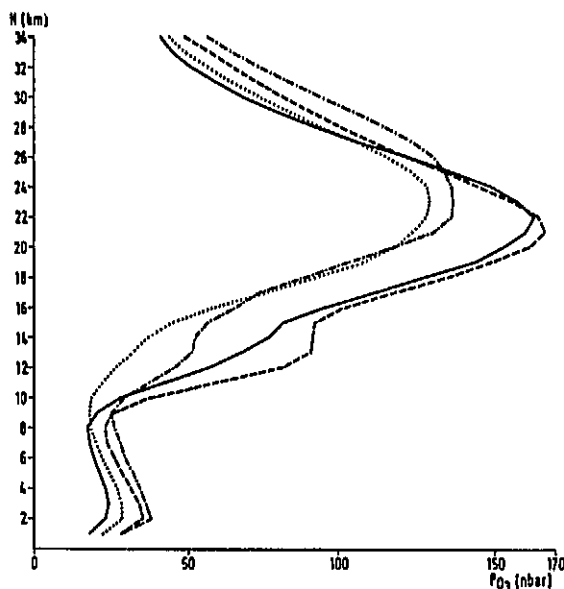
Die eigentliche Ozonbildung findet in der oberen Stratosphäre über den Tropen statt. Von dort wird Ozon polwärts und abwärts transportiert. Es bricht dann, teilweise in einzelnen Schüben, in die Troposphäre durch und wird am Boden zerstört. In unseren Breiten zeigt das Profil des Ozonpartialdrucks ein Maximum bei etwa 22 km Höhe.

4.2 Mittlere Verhältnisse, langjährige Mittelwerte

Die relativ großen Schwankungen des natürlichen Ozons erschweren die Entdeckung langzeitlicher Trends. Um Aussagen über Ozonänderungen machen zu können, ist deshalb eine genaue Kenntnis der natürlichen Ozonverteilung im Jahresablauf erforderlich.

Bedingt durch den halbjährlichen Wechsel der dominierenden stratosphärischen Zirkulation (Sommer-Ostwinde, Winter-Westwinde) ergibt sich die in Abbildung 1 dargestellte mittlere Ozonverteilung in den 4 Jahreszeiten mit höheren Ozonwerten im Winter und Frühling zwischen 10 und 25 km Höhe, darüber zeigt der Sommer die Höchstwerte. Die Ozonzunahme zwischen 10 und 15 km - vor allem im Frühling

Abb. 1: Vertikalprofile der Jahreszeitenmittel des Ozons [nbar] Frühling (---), Sommer (.-.-.), Herbst (...) und Winter (—), Hohenpeißenberg 1967-1982



deutlich erkennbar - wird durch sogenannte sekundäre Ozonmaxima verstärkt, die kurzzeitig auch das Hauptmaximum übertreffen können. Näheres dazu in Abschnitt 4.3.

Abbildung 2 zeigt den mittleren Jahresgang des stratosphärischen Ozons in Höhenstufen von 2 zu 2 Kilometern. Zur leichten Lesbarkeit ist dabei der Jahresgang von August zu August dargestellt. Die in Abbildung 2a wiedergegebenen Kurven für den Höhenbereich 12-22 km weisen die tiefsten Werte im Herbst auf. Mit Umstellung der stratosphärischen Höhenströmung von Ost auf West Ende August, Anfang September nimmt das Ozon in diesen Höhen zu, der steile Anstieg gegen Ende des Jahres führt im Spätwinter zu den höchsten Ozonwerten, die mit Umstellung der stratosphärischen Zirkulation von West- auf Ostwinde stark zurückgehen. Der Transportvorgang ist auch in 24 km Höhe (Abb. 2b) noch dominierend, während er in 26 km nur mehr in einem sekundären Maximum erkennbar ist.

Abb. 2a: Mittlerer Jahres-
gang des stratosphärischen
Ozons von 12-22 km Höhe in
2 km Stufen;
Hohenpeißenberg 1967-1982

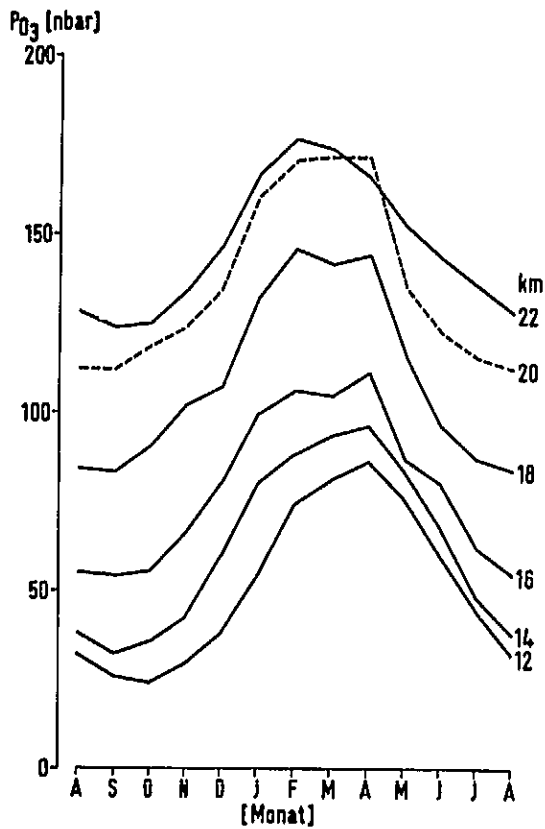
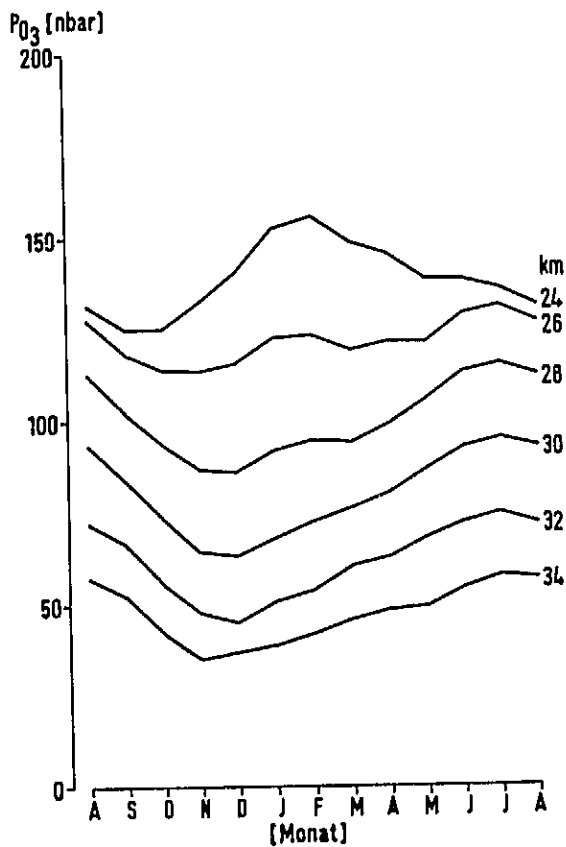


Abb. 2b: wie 2a
für 24-34 km Höhe



Die bereits in dieser Höhe und darüber vorherrschenden photochemischen Prozesse zeigen den Höchstwert bei Sonnenhöchststand (Juni/Juli), die Tiefstwerte dementsprechend im November/Dezember.

Am Observatorium Hohenpeißenberg liegen seit 1967 Ozonsondenmeßergebnisse vor. In diesem Zeitraum fielen 2 Sonnenfleckmaxima 1969/70 und 1980. Um einen möglichen solaren Rythmus (siehe Abschnitt 4.4) auf die Ozonergebnisse weitgehend auszuschließen, wurden zur langjährigen Mittelbildung auch 11-jährige Perioden herangezogen (siehe z.B. Abbildung 9).

4.3 Kurzzeitige Änderungen

Die seit 1977 verstärkten Ozonsondierungen im Rahmen dieses Projektes gestatten einen Einblick in die oft beträchtlichen Änderungen der Ozonkonzentration von einem Aufstieg zum anderen (Abbildung 3).

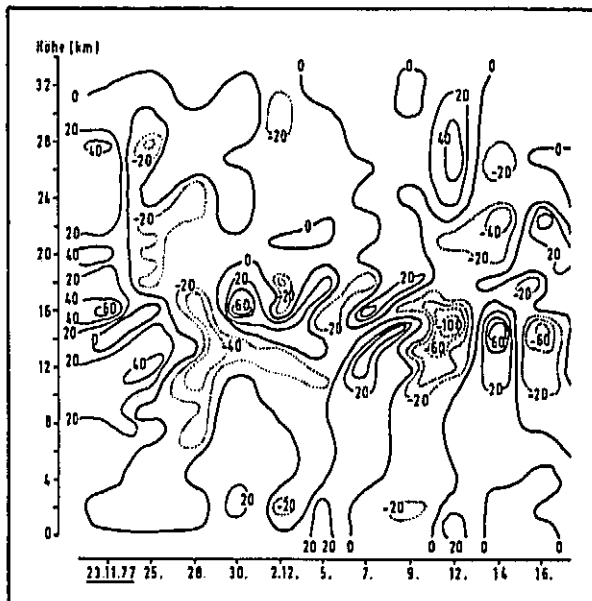


Abb. 3: Änderung des Ozonpartialdrucks [nbar] von Aufstieg zu Aufstieg, Hohenpeißenberg November/Dezember 1977

Es ist dies vor allem der Bereich zwischen 12 und 25 km in dem überwiegend horizontale Transportvorgänge eine ausschlaggebende Rolle spielen. Durch die Aufstiegsdichte von 48 Stunden konnten mehrmals Ereignisse beobachtet werden, die nur einmalige wöchentliche Sondierungen nicht erfaßt hätten (z.B. Abbildung 4).

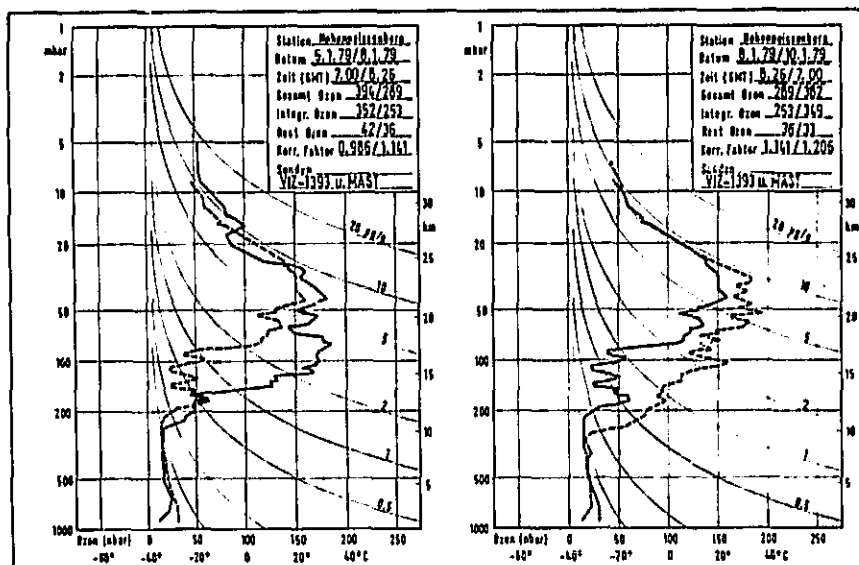


Abb. 4: 48 (8.1.-10.1.) bzw. 72 (5.1.-8.1.) std. Änderung [nbar] des vertikalen Ozonprofils, Hohenpeißenberg 1979

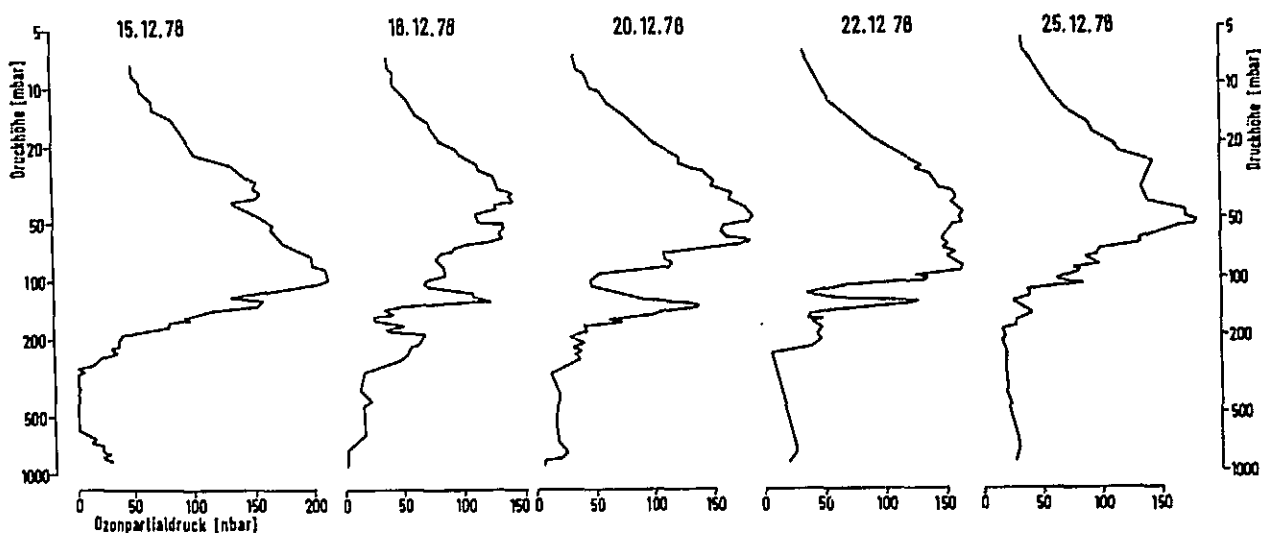


Abb. 5: Entwicklungsverlauf eines sekundären Ozonmaximums Hohenpeißenberg, 15.-25.12.1978

Auch die erwähnten sog. sekundären Maxima sind in der Regel nur von kurzer Lebensdauer. Den zeitlichen Ablauf einer solchen Entwicklung zeigt sehr gut die Abbildung 5 (15.-25.12.1978). Sie treten meistens im Winterhalbjahr auf und sind in der Nähe von Strahlströmen (Starkwindbändern) zu finden. Nicht selten erreichen sie für kurze Zeit extrem hohe Ozonwerte und werden zum Hauptmaximum (Abbildung 6 vom 26.02.1971).

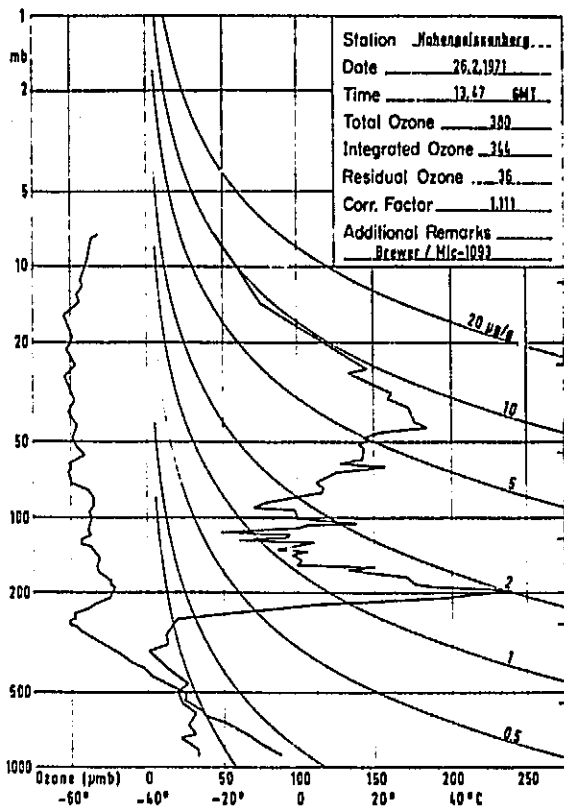


Abb. 6: Extrem hohe Ozonwerte
im Tropopausenbereich,
Hohenpeißenberg, 26.02.1971

Änderungen in noch kürzeren Zeitabständen konnten bei den hier stattgefundenen Ozonsondenvergleichen beobachtet werden. Innerhalb von 2 Wochen wurden täglich je 3 Ozonsondenpaare im Abstand von etwa 3 Stunden gestartet. Abbildung 7 (vom 12.12.1980) zeigt, daß eine im Ozonprofil um 8.32 Uhr erkennbare Ozonspitze in 18 km Höhe beim nächsten Aufstieg um 11.36 nicht mehr vorhanden ist.

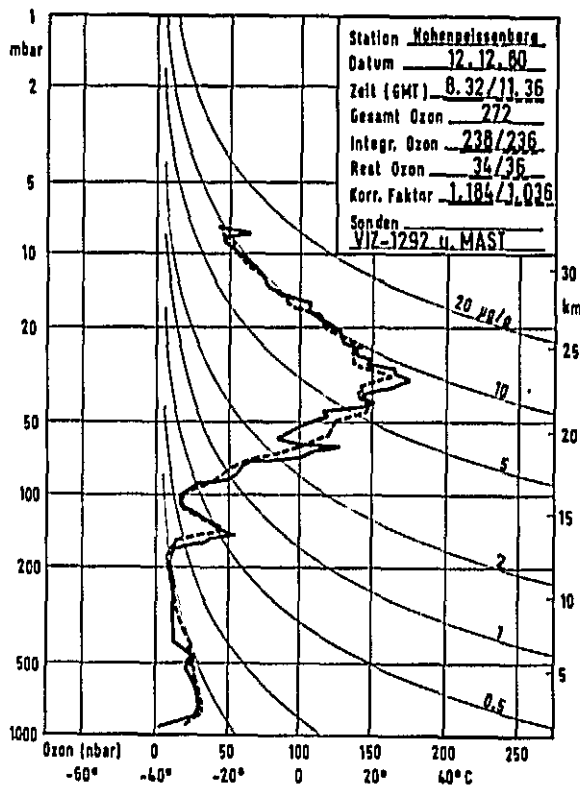


Abb. 7: 2 Ozonsondierungen
im Abstand von 3 Stunden
Hohenpeißenberg 12.12.1980

4.4 Längerfristige Änderungen in der Stratosphäre

Bei der Untersuchung von Ozonänderungen in der Atmosphäre ist man geneigt das Gesamtozon zu betrachten, für das schon viel längere Meßreihen bestehen. Eine der längsten Meßreihen über mehr als 55 Jahren ist die von Arosa (Abbildung 8). Versucht man hier einen Trend zu finden (DÜTSCH 1981) so kann man beispielsweise die berühmten Jahre 1963-70 heranziehen, in denen im ganzen amerikanischen Meßnetz und schließlich im ganzen internationalen Netz ein kräftiger Ozonanstieg vorhanden ist. Manche Autoren glaubten daraus folgern zu können, daß die anthropogenen Spurenstoffe das Ozon nicht beeinflussen. Beginnt man aber die Analyse ein paar Jahre früher, geht der Trend offensichtlich in die Gegenrichtung. Man

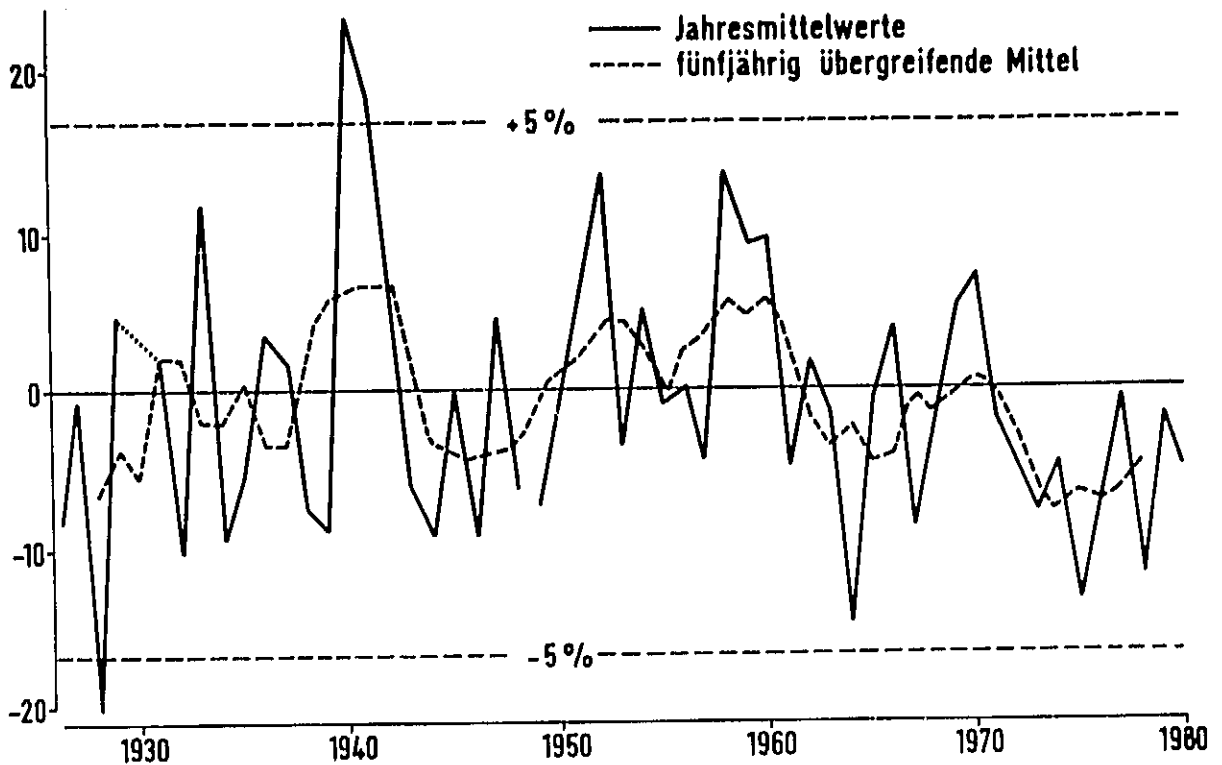


Abb. 8: Die 55-jährige Gesamtozonmeßreihe in Arosa, Schweiz 1926-1980, Abweichung der Jahresmittel vom langjährigen Mittel in D.U.

ersieht daraus, daß es, wie bereits festgestellt, nur bedingt möglich ist, aus dem Verlauf des Gesamtozons Trendaussagen zu machen. Es erhebt sich die Frage, wie weit aus den kürzeren Meßreihen der vertikalen Verteilung - gewonnen durch Ozonsondierungen - ein aussagekräftiges Resultat zu erwarten ist, auch wenn, dem neuesten Stande der Theorie entsprechend, die Auswirkung der anthropogenen Substanzen auf das Ozon überwiegend in den Höhen oberhalb 25 km nachweisbar sind.

Die am Observatorium Hohenpeißenberg seit 1967 regelmäßig - seit 1977 im Rahmen dieses Projektes verstärkt - durchgeführten Ozonsondenaufstiege zeigen den in Abbildung 9 dargestellten Verlauf. In ihr sind die Jahresmittelwerte des Ozons von 1967-1982

in den Höhen von 14-32 km aufgetragen. Die waagrechten Linien sind die jeweiligen langjährigen Mittel (1970-1980). Es wurde hierbei die 11-jährige Periode zwischen den letzten beiden Sonnenfleckenmaxima gewählt. Die beiden untersten Kurven sind der Verlauf der Gesamtozonmessung und die Jahreswerte der Sonnenfleckenrelativzahlen. Aus der Darstellung ist zu sehen, daß oberhalb 26 km die Ozonwerte vor allem seit 1977 abnehmende Tendenzen zeigen und unter dem langjährigen Mittel liegen. Leichtes Ansteigen im Bereich von 20-26 km in den letzten Jahren folgt unterhalb 20 km wieder leichter Rückgang. Betrachtet man das Gesamtozon, so ist von 1969 bis 1975 im Mittel eine Abnahme zu erkennen, dann jedoch mehr oder weniger gleichbleibende Werte, die aber auch in den letzten Jahren unter dem langjährigen Mittel bleiben.

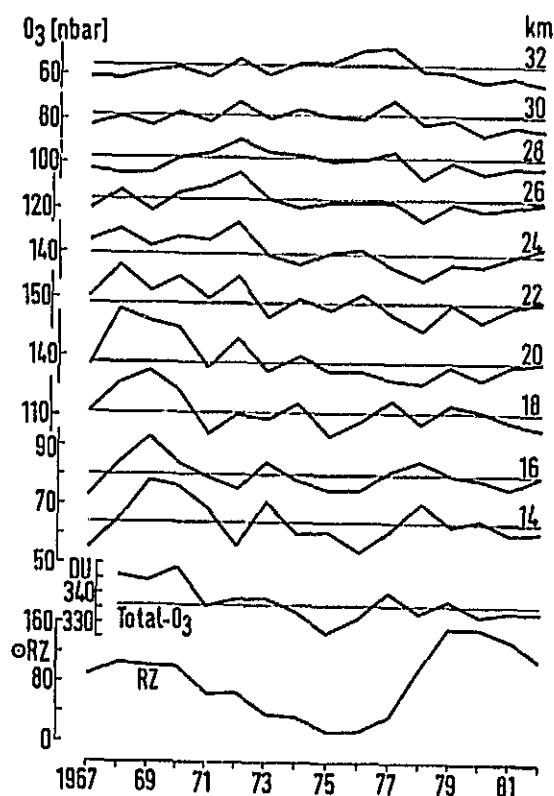


Abb. 9: Jahresmittelwerte und langjährige Mittelwerte des Ozons [nbar] in Stufen von 14-32 km, Gesamtozon [Dobsonunits] Hohenpeißenberg 1967-1982 und Sonnenfleckenrelativzahlen

Während des Sonnenfleckensmaximums 1969/70 war vor allem im Höhenbereich um 18 km eine gleichläufige, für den Zeitraum überzufällige, Tendenz in den Ozonkurven erkennbar. Dies war u.a. auch der Grund dafür, ohne den Nachweis eines tatsächlichen Zusammenhangs mit solaren Aktivitäten erbringen zu können, langjährige Mittelwerte auf 11 Jahre zu berechnen, wie dies bei Abbildung 9 durch dünne Linien dargestellt ist. Beim letzten Fleckenmaximum ist wieder eine ähnliche, aber stark abgeschwächte Übereinstimmung vorhanden. Das Sonnenfleckensmaximum war viel stärker, das Ozonmaximum aber weit schwächer als 11 Jahre vorher. Das Verhalten des Ozons in 32 km Höhe zeigt das umgekehrte Verhalten: höchste Werte während des Sonnenfleckensminimums, tiefste Werte während der Fleckenmaxima. Für den beobachteten Zeitraum ist diese Korrelation zwar überzufällig, ein Nachweis des tatsächlichen Zusammenhangs ist daraus ebenfalls noch nicht möglich.

5. Troposphärisches Ozon

Durch verschiedene Vorgänge auf dem Umweltsektor gewinnt in letzter Zeit auch das troposphärische Ozon zunehmend an Bedeutung. Der Ozongehalt der Troposphäre ist am gesamten, in der Atmosphäre vorhandenen Ozon mit weniger als 10% beteiligt und wurde deshalb bisher in der Ozonforschung weniger intensiv untersucht.

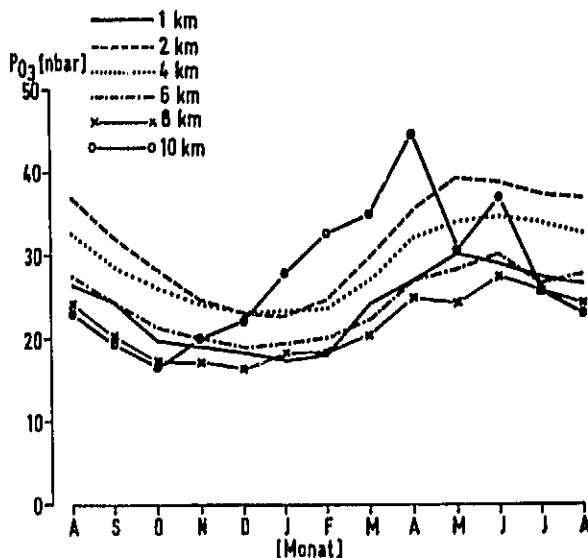
5.1 Mittlere Verhältnisse

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist der mittlere Ozonpartialdruck der Troposphäre gering gegenüber jenem der Stratosphäre. In der unteren Troposphäre macht sich besonders der Einfluß anderer Spurengase und des Wetterablaufs stark bemerkbar. Das troposphärische Ozon besitzt zwischen 2 km und 3 km häufig ein Maximum, das u.a. der Eigenschaft des Erdbodens als Ozonsenke zuzuschreiben ist. Dieses Maximum des Ozonpartialdruckes fällt meist mit der Obergrenze der Grundsicht ("Peplopause" nach Schneider-Carius) zusammen, vielfach ohne daß damit eine mit normalen Radiosonden messbare Temperaturinversion verbunden ist. Dieser "Ozonknick" ist im Mittel in allen Jahreszeiten, am deutlichsten sogar im Sommer, ausgeprägt (Abbil-

dung 1). Zwischen 3 km und 8 km nimmt der Ozonpartialdruck mit der Höhe wieder ab und oberhalb davon, im Bereich der Tropopause erneut zu.

Der Jahresgang in den einzelnen Höhen ist weniger ausgeprägt als in der Stratosphäre (Abbildung 10); bis 8 km liegen die Maxima jeweils im Sommer die Minima jeweils im Winter. Im Bereich der Tropopause tritt neben dem sommerlichen Maximum ein zweiter Extremwert im Frühling auf, der bereits in 10 km zum Hauptmaximum wird. In den einzelnen Jahren liegt das Maximum der Monatsmittel bis 9 km meist zwischen Mai und Juni, entsprechend der stärksten Einstrahlung und der stärksten vertikalen Durchmischung, besonders bei labilen Wetterlagen während dieser Jahreszeit (ATTMANNSPACHER, HARTMANNSGRUBER 1981). Im Bereich der Grundschicht tritt manchmal zusätzlich ein schwächeres Maximum um den August auf, welches möglicherweise durch photochemische Prozesse in dieser Schicht gebildet wird.

Abb. 10: Mittlerer Jahresgang
des Ozonpartialdrucks [nbar]
in Stufen von 1-10 km,
Hohenpeißenberg 1967-1982



5.2 Langzeitänderungen

Die nachfolgenden Abbildungen 11a - 11d zeigen die mittlere jährliche Ozonverteilung zwischen 1 und 12 km Höhe für die Jahre 1967-

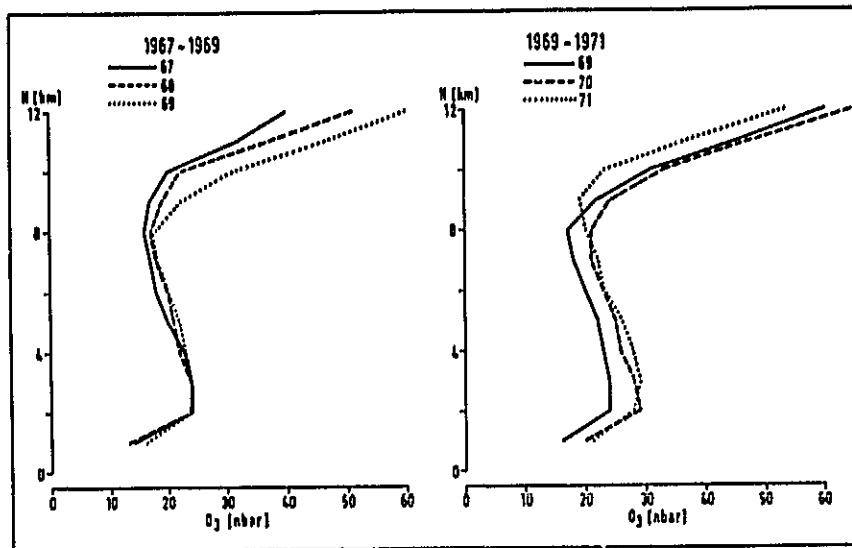


Abb. 11a: Mittlere jährliche troposphärische vertikale Ozonverteilung [nbar], Hohenpeißenberg 1967-1971

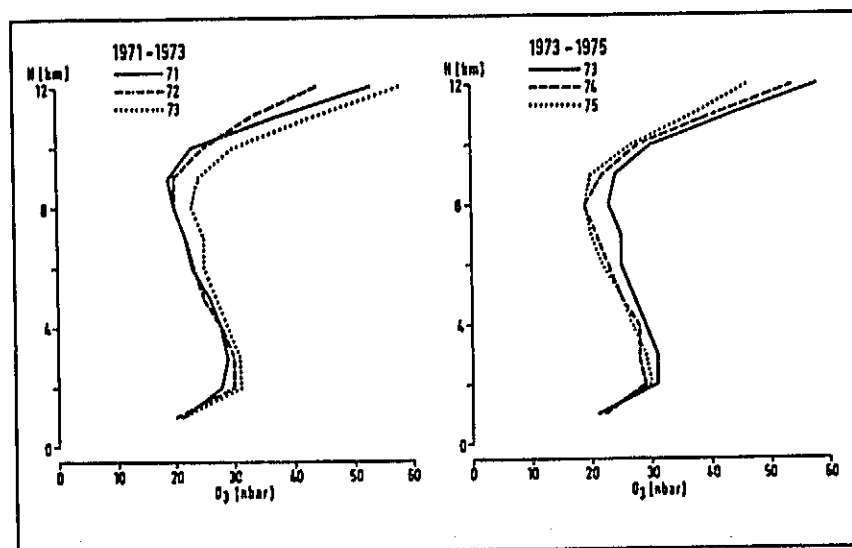


Abb. 11b: wie 11a; für 1971-1975

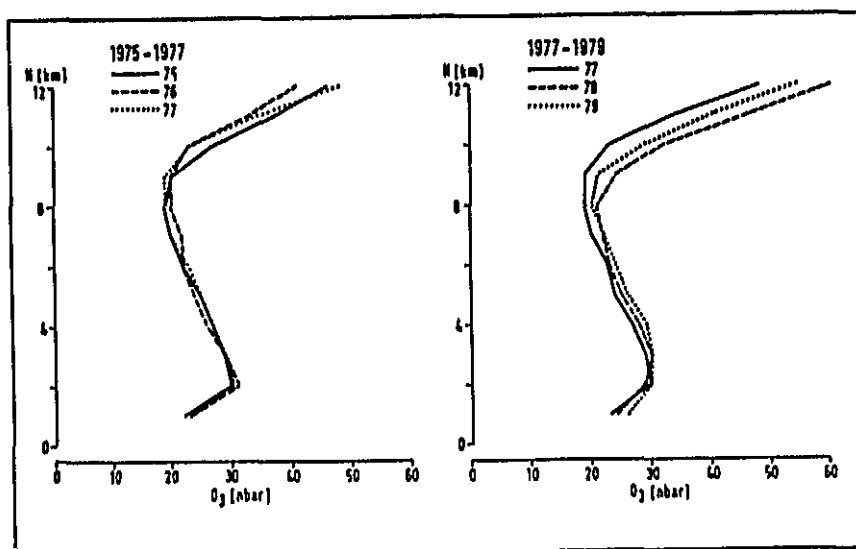


Abb. 11c: wie 11a; für 1975-1979

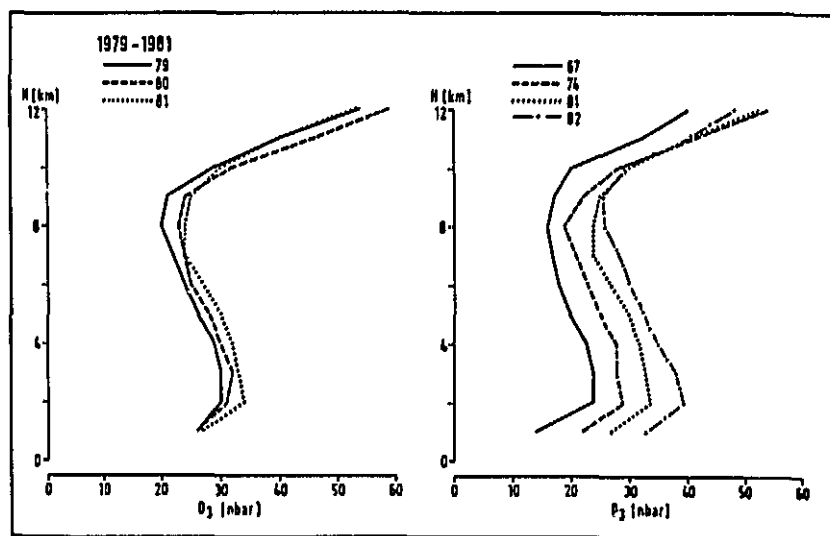


Abb. 11d: wie 11a; für 1979-1981 und 1967, 1974, 1981, 1982

1982. In Abschnitt 2.3 wurde bereits aufgezeigt, daß nur die Mittelwerte ab 1977, aufgrund dieses Projektes, ausreichend statistisch gesichert sind. Die davor liegenden Messungen im Wochenraster lassen aber die Langzeittendenz erkennen und sind deshalb mit dargestellt.

Die Kurven der ersten drei Jahre zeigen eine leichte Zunahme des Ozons in der Troposphäre zwischen 3 und 8 km Höhe, während in der oberen Troposphäre und in der untersten Stratosphäre das Ozon bereits markant zunimmt. Zwischen 1969 und 1970 ist in der gesamten Troposphäre eine merkliche Zunahme des Ozons von 3 bis 5 nbar vorhanden, während von 1970 bis 1971 dort nur eine geringe Ozonzunahme erkennbar ist. 1971/72 bleibt das Ozon der Troposphäre insgesamt etwa gleich, 1972/73 tritt wieder eine ausgeprägte Ozonzunahme auf. Zum Jahr 1974 geht das Ozon zurück und erreicht 1975 etwa die Werte des Jahres 1972. 1975 bis 1977 ändert sich das gemessene Ozon der Troposphäre nur wenig, um dann ab 1977 kontinuierlich immer stärker anzusteigen.

Auf der rechten Seite der Abbildung 11d sind die mittleren troposphärischen Ozonprofile der Jahre 1967, 1974, 1981 und 1982 dargestellt. Die Ozonzunahme zwischen 1967 und 1974 und jene von 74 - 81 ist etwa gleich groß, während von 1981 bis 1982 der Betrag fast so stark ist wie vorher in je sieben Jahren. Insgesamt ergibt sich daraus eine Zunahme des troposphärischen Ozons in Höhe des Hohenpeißenberges (1000 m NN) um rund 150 %, in der freien Troposphäre um 50-70 %. Die sehr hohe Relativzunahme in 1 km Höhe kann im Gegensatz zur freien Troposphäre nicht als repräsentativ bezeichnet werden, da bis 1970 in unmittelbarer Umgebung des Berges noch Pechkohlenbergbau betrieben und u.a. in einem nahegelegenen Kraftwerk verheizt wurde; ein Effekt der die bodennahen Ozonwerte sicher erniedrigte.

Aufgrund der unterschiedlich starken Sonneneinstrahlung im Laufe des Jahres liegt die Annahme nahe, daß diese Ozonzunahme im Sommer- und Winterhalbjahr verschieden ist. Eine entsprechende Aufspaltung enthält Abbildung 12, sie zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Halbjahren.

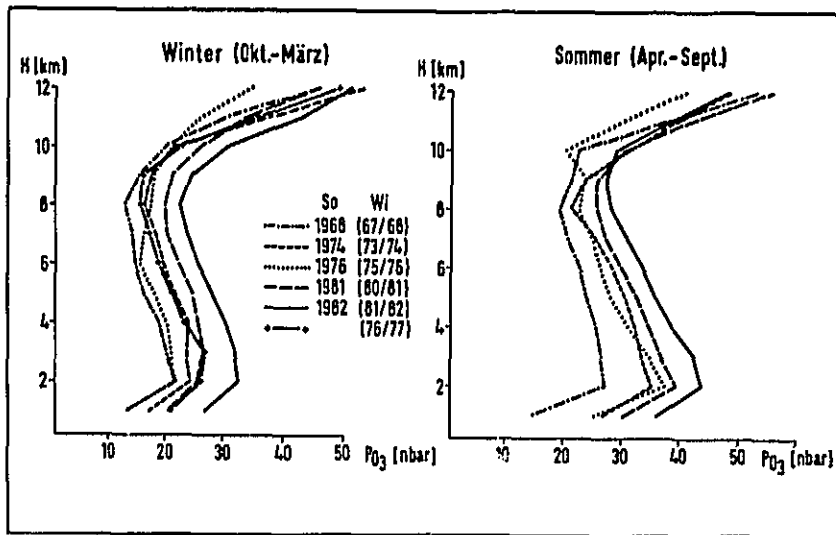


Abb. 12: Mittlere halbjährliche vertikale Ozonverteilung
[nbar] von 1-12 km, Hohenpeißenberg 1967-1982

Ausgeprägte Einbrüche natürlichen stratosphärischen Ozons treten bei entsprechenden Wetterlagen im Zusammenhang mit starken sekundären Ozonmaxima im Bereich der unteren Stratosphäre auf. Dies geschieht fast ausschließlich während der ersten Jahreshälfte (ATTMANNSPACHER, HARTMANNSGRUBER, 1975). Ein verstärktes Auftreten derartiger sekundärer Maxima könnte eine Ozonvermehrung in der Troposphäre zumindest mit verursacht haben. Markante Ozonerhöhungen im Tropopausenbereich (~ 11 km Höhe) während der ersten Jahreshälften zeigt Tabelle 2 nur in den Jahren 1969-1971, 1973, 1978 und 1980. Auf eine verstärkte Zufuhr stratosphärischen Ozons in die Troposphäre in den letzten Jahren kann daraus nicht geschlossen werden.

Tab. 2: Jahresmittel und 1.Halbjahresmittel des Ozonpartial-
drucks [nbar] in 10 km, 11 km und 12 km Höhe
Hohenpeißenberg (1967-1982)

JAHR	'67	'68	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82
10km	20	22	31	33	23	25	30	28	27	23	23	32	28	31	30	29
11km	32	37	46	48	37	33	43	41	37	33	34	45	38	46	40	40
12km	40	52	60	65	53	44	58	54	46	41	50	58	51	58	53	48
jeweils nur 1. Halbjahr																
10km	25	26	38	47	29	30	38	28	40	26	24	44	34	39	34	35
11km	46	44	65	76	53	42	57	50	59	35	41	65	51	63	49	51
12km	56	67	84	104	80	57	80	74	71	48	63	86	68	82	67	64

5.3 Vergleich mit den Ozonmessungen in Bodennähe

Abbildung 13 zeigt die Jahresmittelwerte der Messung des Ozons in Bodennähe und die Messung der Ozonsonde in 1 km Höhe, d.h. die Messungen der Ozonsonde kurz nach dem Start, da der Hohenpeißenberg 975 m hoch ist. Die Messung des bodennahen Ozons erfolgt im 6. Stockwerk des Turms, 30 m über Grund, d.h. in rund 1000 m Höhe. Die Jahresmittelwerte der Ozonsondierungen zwischen 1971 und 1976 bestehen aus 52 Einzelwerten, nach 1976 aus je 130 Aufstiegen. Die Jahresmittelwerte der Kurve des bodennahen Ozons sind aus (mehr als 500 000) Minutenwerten gebildet. Gewöhnlich werden die Ballonsonden um 8⁰⁰ früh gestartet, d.h. etwa zum täglichen Minimum des bodennahen Ozons. Das hier zugrunde liegende Tagesmittel liegt im Mittel rund 3-5 nbar höher als der entsprechende Wert um 8⁰⁰ früh. Insgesamt ist der Trend der Ozonzunahme in der Troposphäre auch aus den bodennahen Werten erkennbar. Die extrem hohen Werte 1976 und 1978 haben ihre Ursache in entsprechenden Wettersituationen mit starkem Vertikalaustausch. Das bodennahe Ozon ist noch stärker vom Wettergeschehen und von der Einstrahlung abhängig als das Ozon

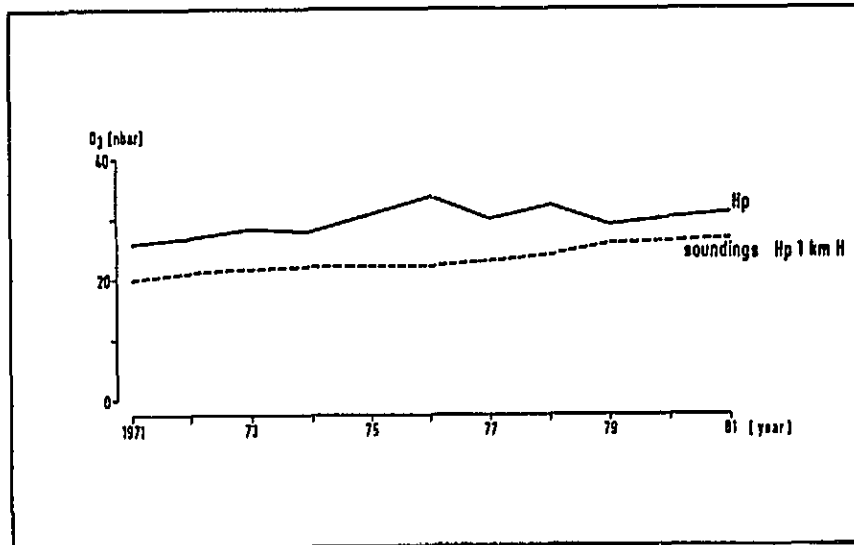


Abb. 13: Mittlerer Ozonpartialdruck in Bodennähe und aus Sondierungen in 1 km Höhe, Hohenpeißenberg 1971-1981

der freien Troposphäre, es nimmt ebenfalls im Winter- und Sommerhalbjahr (Abbildung 14) insgesamt zu. Vom Januar bis einschließlich

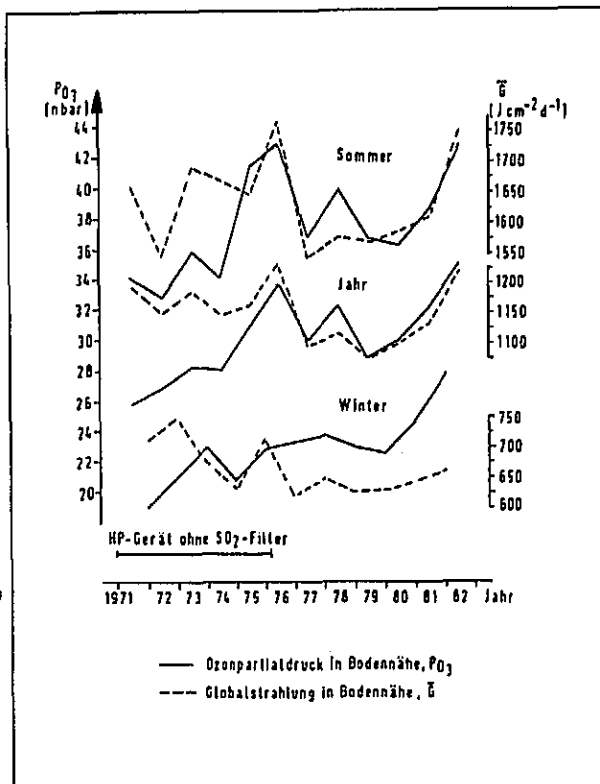


Abb. 14: Jahres- und Halbjahresmittel des Ozonpartialdrucks [nbar] in Bodennähe und der Globalstrahlung [$\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$] Hohenpeißenberg, 1971-1982

Juli 1967 wurden im 6. Turmstockwerk regelmäßig am späten Vormittag Ozonmessungen mit dem EHMERT (1951) - Ozonmeßgerät ausgeführt. Der Mittelwert von 23.7 nbar dieser Meßperiode stimmt ganz gut mit dem entsprechenden Mittelwert von 20 nbar der damaligen Ozonsondierungen überein, wenn man berücksichtigt, daß der 3-5 Stunden nach dem Aufstieg auf dem Turm gemessene Wert aufgrund des Tagesgangs des Ozons im Mittel etwas höher sein muß.

6. Ausblick

Die Frage des Ozontrends kann aus den Daten einer, oder weniger Stationen nicht erschöpfend beantwortet werden; vielmehr müssen in internationaler Zusammenarbeit diese lebenswichtigen Probleme geklärt und gelöst werden. Die in Abschnitt 2.3 für Trenduntersuchungen international vorgeschlagene Schwankungsbreite der (Jahres-) Mittel der Korrekturfaktoren von Ozonsondierungen und deren zulässige mittlere Streuung engen das verfügbare Meßmaterial stark ein. Um wenigstens einen Anhaltspunkt für eine Trendaussage aufgrund anderer Sondierungen zu bekommen, wurden die im p-System zur Verfügung stehenden Meßdaten der Ozonsondierungsstation Uccle (Brüssel) für den Zeitabschnitt 1970-1979 zusammengestellt und mit den entsprechenden hiesigen Daten in Abbildung 15 wiedergegeben.

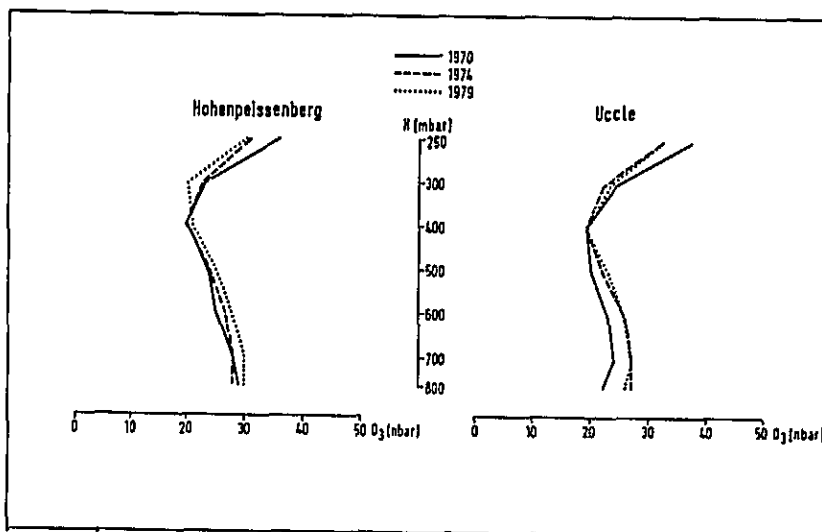


Abb. 15: Mittlere jährliche Druckhöhenverteilung [mbar] des troposphärischen Ozonpartialdrucks [nbar], Hohenpeißenberg, Uccle 1970-1979

Der Anstieg des troposphärischen Ozons von 1970-1974 ist bei den Uccle-Daten stärker erkennbar als mit den hiesigen Meßwerten, während in Uccle von 1974 bis 1979 nur in der mittleren Troposphäre eine geringe Ozonzunahme gemessen wurde. Die von REITER und KANTER (1983) freundlicherweise überlassenen Tabellen der monatlichen Mittelwerte der Registrierung des bodennahen Ozons in Garmisch (740 m) auf dem Wank (1780 m) und auf der Zugspitze (2964 m) für den Zeitraum 1979-1982 sind als Jahresmittelwerte mit den entsprechenden hiesigen Meßdaten in Abbildung 16 dargestellt. Auch aus dieser Abbildung ist die Zunahme des troposphärischen Ozons gut erkennbar.

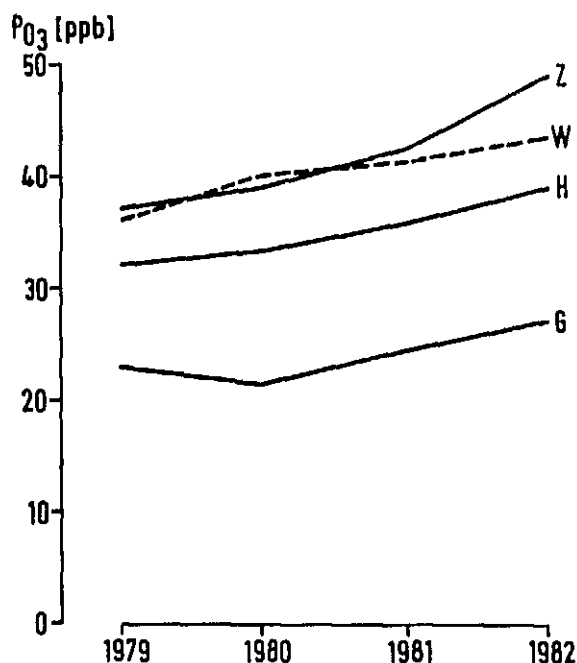


Abb. 16: Jahresmittel des bodennahen Ozons [ppb], Garmisch (G), Hohenpeißenberg (H), Wank (W) und Zugspitze (Z), 1979 - 1982

Aufgrund der beunruhigend starken Ozonzunahme von 1981-82 in der Troposphäre erschien es angebracht, das Verhalten des atmosphärischen Ozons im 1. Halbjahr 1983 im Vergleich zum entsprechenden

langjährigen Mittel (1970-1980) und zum 1. Halbjahresmittel 1982 als Abbildung 17 darzustellen. In der Stratosphäre treten zwischen 18 und 22 km Höhe die niedrigsten Ozonwerte seit Beginn der Messungen (1967) auf; in der Troposphäre ist im Vergleich zu 1982 ein leichter Rückgang des Ozons erkennbar, die Werte liegen aber immer noch über dem 11-jährigen Mittel.

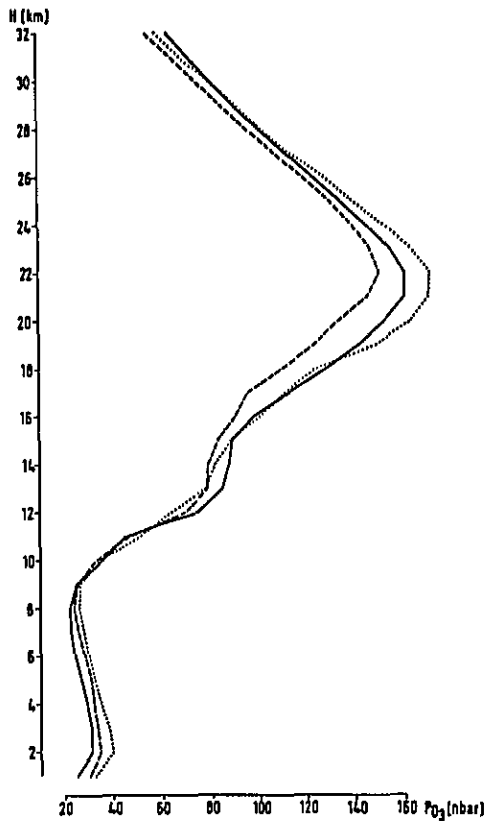


Abb. 17: Mittlere Ozonprofile der 1. Halbjahre (Jan-Juni) 1982 (...), 1983 (---), 1970-1980 (—), Hohenpeißenberg

Über die Folgen einer Abnahme der stratosphärischen Ozonschicht gibt es eine Fülle von Theorien. Sie reichen vom Absinken der Ozonschicht und Abschwächen der Schutzschildwirkung über Zirkulations- und Klimaänderungen in der Stratosphäre mit möglichen Auswirkungen auf die Troposphäre, bis hin zum Eindringen solarer UV-Strahlung in die untere Troposphäre und Schädigung irdischen Lebens. Ein deutlicher Anstieg des troposphärischen Ozongehalts

bewirkt u.a. eine vermehrte Absorption der kurzwelligen Sonnenstrahlung und damit eine Zunahme der Mitteltemperatur der Troposphäre, die schließlich eine Klimaänderung zur Folge haben kann. Auch bei den verbreitet auftretenden Waldschäden scheint das Ozon mit beteiligt zu sein.

Erst die Kenntnis des wirklichen Verhaltens des atmosphärischen Ozons ermöglicht eine fundierte Aussage über dessen Auswirkungen und gibt schließlich die Grundlage für erforderliche Gegenmaßnahmen.

7. Literatur

- Attmannspacher, W., Dütsch, H.U.: International Ozone Sonde Intercomparison at the Observatory Hohenpeißenberg
19.1.-5.2.1970
Ber.Dt.Wetterd. Nr. 120 (1970)
- Attmannspacher, W., Hartmannsgruber, R.: 6 Jahre (1967-1972) Ozonsondierungen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg
Ber.Dt.Wetterd. Nr. 137 (1975)
- Attmannspacher, W., Dütsch, H.U.: 2nd International Ozone Sonde Intercomparison at the Observatory Hohenpeißenberg 5.-20. April 1978
Ber.Dt.Wetterd. Nr. 157 (1981)
- Attmannspacher, W., Hartmannsgruber, R.: Trend and extreme Values of 8 years continuous Measurements of ozone near the surface at the Meteorological Observatory Hohenpeißenberg
Proc. Quadrennial Int.Ozone Symp. Boulder 1980 (1981), S.492-497
- Dütsch, H.U.: Die Ozonschicht der Atmosphäre, ihre Erforschung und Bedeutung
Ann.d.Meteorol.N.F.Nr.17 (1981) S.16-22

- Ehmert, A.: Ein einfaches Verfahren zur absoluten Messung
des Ozongehalts der Luft
Meteorol. Rdsch. 4 (1951), S. 64-68
- Hartmannsgruber, R.: Beitrag zum Klima der freien Atmosphäre
in
Attmannspacher et al.: 200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf
dem Hohenpeißenberg 1781-1980
Ber. Dt. Wetterd. Nr. 155 (1981), S. 57-68
- Molina, M.S., Rowland, F.S.: Stratospheric sink for chlorofluoro-
methanes: chlorine atom catalyzed destruction
of ozone
Nature 249 (1974) S. 810
- Reiter, R., Kanter, H.J.: Tabellen der bodennahen Ozonwerte der
Meßstationen Garmisch, Wank, und Zugspitze des
Frauenhofer Inst. für Umweltforschung
(freundliche Überlassung)
- Trepp: Versuch einer Optimierung der Anzahl der Ozon-
messungen pro Monat, Diplomarbeit 1973
ETH Zürich Abt. IXA LAPETH (Prof. H.U. Dütsch)
- World Meteorological Organization: Report of the Meeting of Experts
on Sources of Errors in Detection of Ozone Trends
WMO Glob. Ozone Res. auf Monitor Proj.
Rep. N. 12 (1982)

8. Tabellenanhang

In den nachfolgenden Tabellen sind die Monats- und Jahresmittel des gesamten Meßzeitraums von 1967 - 1982 zusammengestellt. Aufgrund der unterschiedlichen statistischen Absicherung der Monatsmittel sind in Tabelle A 1 für jede km-Stufe alle Daten mit einem Aufstieg pro Woche (jeweils am Mittwoch) wiedergegeben; nur die Monate November und Dezember 1977 basieren auf drei Aufstiegen pro Woche.

Tabelle A 2 enthält die entsprechenden Mittel der vermehrten Wochenaufstiege im Sommerhalbjahr jeden Montag und Mittwoch, im Winterhalbjahr zusätzlich an jedem Freitag. Die Jahresmittelwerte der Jahre 1978 und 1979 weisen aufgrund einer verbesserten Gewichtung der Einzelwerte z.T. leichte Abweichungen zu den 1981 veröffentlichten Mitteln (ATTMANNSPACHER et al. 1981) auf.

Tab. A-1 Monats- und Jahresmittel des Ozonpartialdrucks [nbar] in km-
Stufen von 1967 - 1977 ein Aufstieg pro Woche (ab Nov.77 drei)

Jahr 1967

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	13	12	23	3	16	15	11	21	13	14	9	15	14	56
2	19	20	28	18	29	28	23	35	25	23	21	20	24	56
3	16	19	26	26	27	27	33	34	24	22	19	21	24	56
4	18	17	24	24	27	25	34	30	24	21	17	19	23	56
5	14	16	20	19	23	25	26	28	21	18	16	16	20	56
6	14	13	17	18	25	20	24	26	20	13	14	14	18	56
7	12	11	16	17	22	19	23	25	15	14	13	14	17	56
8	13	11	15	13	24	20	22	21	13	11	11	17	16	56
9	21	15	15	16	23	16	18	20	10	11	11	23	17	56
10	25	20	10	37	36	18	17	18	9	8	15	26	20	56
11	42	36	29	67	63	42	24	19	17	8	18	36	32	56
12	48	53	44	57	81	50	36	22	26	12	21	42	40	56
13	70	81	57	73	82	62	45	28	25	21	22	47	50	56
14	88	86	69	63	70	57	39	28	41	30	50	46	55	56
15	72	94	83	112	78	77	49	50	49	40	47	65	66	56
16	82	96	85	90	94	63	56	39	75	45	65	93	73	56
17	122	129	105	90	83	68	64	63	82	70	96	102	90	56
18	158	144	134	119	104	98	74	87	96	91	104	120	111	56
19	173	153	144	164	97	116	82	105	109	115	114	141	125	55
20	179	166	171	167	125	127	107	123	117	124	116	136	137	55
21	191	172	153	183	137	151	143	133	125	129	124	148	147	55
22	175	168	170	178	148	148	141	141	133	130	140	148	150	55
23	170	163	166	170	143	149	142	139	135	134	135	142	148	55
24	166	152	166	159	130	143	147	143	134	134	130	137	144	55
25	143	132	145	144	125	132	141	138	132	122	116	120	131	54
26	120	112	127	127	114	128	132	133	121	123	106	102	120	54
27	103	109	112	110	110	120	127	119	113	113	92	93	109	53
28	94	89	96	100	101	110	118	111	102	103	76	79	98	52
29	61	74	85	96	91	99	106	106	95	93	69	79	90	52
30	66	65	79	82	79	88	95	99	84	79	57	62	78	50
31	57	55	72	72	74	80	84	93	75	66	50	54	68	45
32	49	45	62	62	66	74	76	95	65	59	43	48	59	42
33	44	43	54	51	58	67	71	84	61	48	37	42	51	38
34	20	34	48	45	51	61	66	78	46	41	32	40	44	29
35	17	20	52	37	42	52			41	35	30	36	36	22

Jahr 1968

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	6	14	19	15	13	16	3	20	19	17	12	8	13	52
2	11	28	29	33	31	27	20	25	28	25	25	13	24	52
3	14	26	20	31	31	24	22	25	27	23	26	17	24	52
4	16	24	17	23	31	24	21	29	26	19	24	16	22	52
5	15	20	13	22	28	25	20	25	24	20	22	17	21	52
6	14	21	12	20	27	25	21	20	24	21	18	18	20	52
7	14	18	12	16	21	24	22	21	20	18	14	12	18	52
8	12	16	11	15	19	25	19	18	20	18	13	17	17	52
9	18	15	14	21	17	40	17	17	15	16	17	30	19	52
10	29	21	23	18	26	42	19	17	13	12	27	24	22	52
11	52	30	40	41	52	45	46	26	15	22	28	35	37	52
12	68	67	67	64	73	58	51	46	28	27	23	35	51	52
13	66	80	93	86	84	63	53	40	35	24	33	42	59	52
14	83	106	63	73	87	75	54	48	37	35	36	87	65	52
15	78	133	98	84	68	73	56	55	56	35	46	137	74	52
16	111	108	115	93	78	73	65	75	62	43	62	143	84	52
17	129	152	141	120	92	99	75	77	81	81	71	140	103	52
18	161	200	166	131	116	88	85	100	90	95	89	143	121	52
19	194	216	178	155	124	110	101	112	111	118	102	161	140	52
20	200	213	178	178	153	146	125	130	124	123	121	181	156	52
21	218	213	198	191	155	152	141	136	127	126	130	163	163	52
22	200	200	186	180	156	163	148	142	138	130	134	159	161	52
23	182	193	173	170	159	159	147	140	135	133	125	152	156	52
24	165	173	158	159	149	148	140	145	141	126	125	142	148	52
25	157	159	140	145	137	143	141	135	126	121	120	137	138	51
26	142	134	120	135	115	127	199	136	120	109	114	112	126	50
27	118	109	102	120	103	120	136	127	107	98	83	83	109	50
28	106	86	87	104	95	109	126	111	103	89	70	68	97	49
29	89	76	76	90	95	101	117	100	96	80	60	56	90	46
30	78	61	70	83	88	97	104	91	89	73	53	50	81	45
31	54	49	61	71	81	81	92	79	75	65	47	48	69	45
32	41	41	55	62	68	74	83	72	70	58	42	46	59	37
33	35	35	50	54	66	62	72	64	62	50	37	40	51	31
34	28	34	33	44	54	51	64	57	58	42	33	37	43	27
35	24		28	39	45	44	41		59	38	31		37	18

Jahr 1969

Tab. A-1 (Fortsetzung)

Jahr 1971

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	23	22	23	22	25	14	29	26	22	15	15	14	21	53
2	27	26	21	38	38	26	41	38	26	28	18	22	28	53
3	25	30	19	38	35	32	43	36	26	27	21	24	29	53
4	23	29	23	39	33	32	35	36	26	22	20	22	28	53
5	22	23	27	33	31	30	33	38	23	21	19	20	26	53
6	20	22	26	25	31	26	32	27	19	17	17	18	23	53
7	16	20	23	24	27	29	31	26	19	16	16	13	22	53
8	12	15	21	27	26	30	27	23	18	17	12	10	20	53
9	13	15	27	21	28	30	19	22	18	15	11	8	19	53
10	20	18	38	30	35	34	22	23	24	14	12	10	23	53
11	30	54	65	46	59	58	19	24	28	14	18	20	37	53
12	45	101	108	58	87	71	27	33	31	18	23	22	53	53
13	70	113	137	65	93	73	39	33	32	25	27	34	63	53
14	112	114	116	92	97	63	40	40	40	35	33	42	69	53
15	70	97	113	114	91	86	44	48	45	45	53	43	71	53
16	84	117	107	108	79	85	54	46	57	54	91	62	79	53
17	111	119	132	118	100	87	68	55	78	60	94	85	93	53
18	111	138	138	122	106	91	80	68	91	86	111	94	104	53
19	146	154	168	144	118	97	87	82	108	110	125	113	122	53
20	157	169	178	156	135	114	110	104	120	125	128	128	136	53
21	160	175	186	152	137	134	132	127	128	127	131	151	146	53
22	158	179	180	150	148	142	135	131	125	129	143	157	149	53
23	146	160	167	151	148	145	135	125	127	127	141	157	145	53
24	142	154	152	146	145	147	138	138	134	121	143	162	144	53
25	128	141	144	136	134	145	137	141	134	121	131	151	137	53
26	113	128	124	124	123	141	133	135	129	116	118	138	127	53
27	98	112	103	108	122	132	127	128	122	107	112	119	116	52
28	78	94	85	95	116	127	118	117	113	96	98	99	103	48
29	70	77	76	87	104	107	110	106	105	90	85	89	92	43
30	58	64	68	79	93	89	98	93	94	80	76	76	79	41
31	54	53	57	72	82	78	78	75	83	69	64	65	68	36
32	49	44	55	65	71	69		65	76	58	53	54	59	33
33	45	38		55	62	60		52	66	48	43	44	48	28
34		31		49				54	56	45	36	41	42	17
35		28						50	41	33	36	36	36	8

Jahr 1972

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	10	16	29	26	21	30	21	22	19	15	15	17	20	55
2	17	24	34	30	33	36	37	31	28	32	26	29	30	55
3	24	21	33	33	31	36	34	33	30	33	26	27	30	55
4	22	21	30	26	32	35	33	30	30	29	23	26	28	55
5	19	18	29	23	28	32	36	27	29	24	20	21	25	55
6	20	16	26	20	24	29	34	20	28	21	18	19	23	55
7	18	15	25	21	25	27	27	23	25	20	17	18	22	55
8	18	13	25	19	22	25	25	27	21	18	16	16	20	55
9	24	12	29	25	21	21	23	24	20	16	13	15	20	55
10	26	19	44	38	31	24	22	27	22	15	13	13	25	55
11	35	33	51	62	39	28	22	36	37	14	11	19	33	55
12	45	59	54	80	62	36	43	36	40	16	17	34	44	55
13	66	66	70	90	82	46	37	33	38	25	27	51	54	55
14	75	70	68	84	74	47	37	31	44	39	34	58	56	55
15	83	80	66	73	85	63	46	43	54	39	43	56	62	55
16	90	109	68	85	96	74	46	44	67	66	75	77	75	55
17	110	104	104	108	105	83	69	57	90	85	85	75	90	55
18	123	106	149	117	121	117	80	78	104	110	107	92	110	55
19	136	127	185	166	139	101	93	94	125	134	122	118	130	55
20	171	152	204	185	152	118	117	108	124	136	137	131	146	55
21	181	176	209	179	158	140	133	120	125	134	139	128	154	55
22	181	187	196	176	165	148	139	129	124	137	144	139	157	55
23	180	187	185	165	160	146	138	119	127	135	149	145	154	55
24	168	178	172	157	151	137	137	127	131	140	148	141	150	53
25	153	162	155	147	144	136	130	130	132	136	140	136	142	53
26	132	144	139	136	138	132	127	126	121	133	129	125	132	52
27	111	121	124	121	129	123	131	122	121	119	115	110	121	52
28	94	103	112	109	119	119	112	121	112	101	98	89	108	51
29	78	97	103	98	109	110	110	112	103	87	89	80	98	50
30	66	86	91	87	98	98	99	102	90	79	73	68	86	50
31	62	77	76	78	86	90	88	94	78	69	60	55	74	45
32	50	67	64	68	78	83	80	83	71	57	48	43	65	42
33	46	56	52	59	67	75	70	71	63	47	42	36	55	36
34	41	49	43	51	55		64	62	55	44	42		50	21
35	37	42	21	40			56		50	36	37		42	12

Tab. A-1 (Fortsetzung)

Jahr 1973														
KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	9	25	24	25	24	35	27	17	24	23	11	16	21	54
2	17	27	30	29	35	49	45	37	35	31	21	22	31	54
3	23	28	33	31	36	44	40	34	34	29	25	21	31	54
4	24	24	31	29	34	36	36	32	28	26	22	25	29	54
5	21	22	28	32	31	33	34	29	28	25	19	21	27	54
6	20	21	25	32	31	30	29	24	24	22	18	19	25	54
7	18	18	24	35	29	30	31	27	24	21	19	16	25	54
8	16	18	23	33	29	27	31	25	22	18	18	14	23	54
9	15	24	28	42	25	26	26	25	19	18	20	13	24	54
10	14	47	46	59	35	26	34	25	17	20	23	15	30	54
11	19	63	82	92	58	23	48	23	16	21	36	19	43	54
12	36	77	116	125	87	28	72	36	18	22	42	25	58	54
13	60	67	101	142	109	60	78	37	30	33	43	52	70	54
14	80	70	85	174	87	60	65	34	33	40	46	46	71	54
15	91	87	83	169	64	58	64	43	36	46	65	50	74	54
16	81	83	113	181	75	74	66	53	50	54	75	70	84	54
17	72	133	139	174	102	99	71	67	59	83	92	95	100	54
18	97	132	131	181	111	79	82	81	79	87	119	109	109	54
19	125	123	148	186	115	100	97	91	91	96	121	140	121	54
20	139	155	166	181	128	109	113	107	111	115	132	153	135	54
21	151	174	170	172	140	121	124	115	117	118	141	155	142	54
22	156	171	161	165	136	133	127	124	121	123	147	154	143	54
23	161	166	156	157	142	141	130	128	126	125	144	150	142	54
24	152	159	153	147	141	145	133	132	121	128	137	147	139	54
25	141	146	138	139	135	142	133	134	113	123	131	135	132	53
26	129	135	124	130	122	136	133	129	110	115	119	117	123	53
27	118	116	109	116	113	128	127	123	104	112	104	104	115	51
28	106	97	96	106	105	119	120	114	97	104	87	95	104	48
29	86	83	82	96	94	107	108	105	90	92	73	82	91	47
30	68	74	69	86	84	95	98	95	86	83	65	63	80	45
31	59	62	50	76	80	95	90	84	80	72	63	52	71	39
32	55	51	56	72			84	70	78	60	54	45	60	30
33	45	42	49	61			73	61	66	44	42	43	52	20
34	37	39	42	56			61		52	45		41	45	12
35	32	34	36				55			45			39	7

Jahr 1974														
KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	18	16	19	35	25	22	30	27	22	9	15	23	22	50
2	26	21	27	40	34	37	34	34	34	15	22	26	29	50
3	25	20	23	37	36	32	36	33	27	17	23	28	28	50
4	24	25	23	35	33	36	33	31	26	20	22	22	28	50
5	23	23	20	32	28	36	29	31	28	16	17	18	25	50
6	20	22	17	29	27	30	25	34	26	17	15	16	23	50
7	21	19	15	31	20	30	23	25	24	16	15	16	21	50
8	19	16	14	24	19	23	22	23	23	15	13	15	19	50
9	15	28	11	24	27	21	20	20	29	34	13	11	22	50
10	11	37	25	31	31	39	20	21	43	42	19	14	28	50
11	27	71	52	51	58	46	23	19	39	52	21	27	41	50
12	48	89	93	70	84	62	27	19	28	56	28	36	54	50
13	56	85	91	92	99	66	38	26	25	57	39	31	60	50
14	42	90	58	89	80	81	31	36	38	67	52	54	60	50
15	76	97	62	76	100	82	37	39	40	74	71	74	69	50
16	93	119	90	88	91	86	47	46	54	90	73	47	78	50
17	111	142	105	99	116	71	66	72	64	112	106	85	97	50
18	103	176	124	138	129	98	87	82	78	116	139	91	114	50
19	142	180	143	157	142	124	99	95	93	130	139	112	130	50
20	153	186	176	163	153	133	107	109	101	128	145	115	140	50
21	168	173	187	165	154	150	127	122	109	126	143	140	147	50
22	177	184	180	149	148	160	135	126	114	128	140	159	149	50
23	168	164	156	136	143	157	132	135	118	121	139	155	143	50
24	158	145	138	132	133	148	129	137	108	129	132	145	136	50
25	140	135	118	140	123	140	127	130	114	126	125	164	130	47
26	120	116	108	131	114	139	124	125	114	123	106	151	120	47
27	105	101	101	125	107	127	116	128	110	112	94	143	112	47
28	93	91	93	113	98	116	113	118	104	101	91	126	103	47
29	84	77	86	95	89	103	110	108	94	90	79	106	92	45
30	76	77	76	84	82	89	99	95	85	82	69	89	83	43
31	79	59	66	79	74	79	90	84	78	71	57	54	74	40
32	61	47	61	73	66	58	83	82	70	62	46	45	64	34
33	49	50	51	64	67	45	71	81	65	55	39	36	56	25
34	41	43			59		66		58	48	39		50	14
35									52	41	33		42	8

Tab. A-1 (Fortsetzung)

Jahr 1975

KM	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	16	15	19	27	32	25	33	25	22	8	12	13	21	54
2	29	28	25	36	40	41	36	31	32	21	21	20	30	54
3	29	27	25	35	38	39	31	32	24	21	24	19	29	54
4	26	24	23	32	35	38	33	30	24	21	24	19	27	54
5	21	22	23	27	32	37	29	27	20	20	21	16	25	54
6	21	20	19	24	28	32	30	21	22	15	16	14	22	54
7	20	17	17	25	27	31	28	18	16	12	16	13	20	54
8	21	14	16	23	25	29	24	15	18	13	22	11	19	54
9	29	14	16	27	21	38	22	14	15	17	22	10	20	54
10	40	19	35	55	21	58	21	13	13	13	19	8	27	54
11	51	46	75	69	30	72	28	9	11	16	19	9	37	54
12	57	51	79	80	73	78	34	11	18	19	26	19	46	54
13	80	57	86	79	90	79	46	30	21	21	40	28	55	54
14	107	75	81	85	92	79	43	32	19	27	38	58	61	54
15	78	68	86	80	79	67	47	36	25	48	56	51	61	54
16	87	92	97	122	81	84	53	57	53	48	54	52	75	54
17	101	145	99	146	73	79	62	62	62	74	81	78	91	54
18	114	137	139	157	84	97	75	64	70	89	110	78	103	53
19	130	151	190	176	101	103	95	87	84	101	122	101	122	53
20	150	157	195	183	120	117	117	102	90	110	139	110	135	53
21	168	165	193	183	147	141	132	111	107	118	145	123	146	53
22	173	170	181	170	148	143	139	115	112	123	141	128	146	53
23	165	166	159	159	143	141	142	112	118	130	140	130	143	53
24	167	154	149	150	133	134	141	130	126	125	140	128	140	53
25	149	141	134	134	124	134	133	133	118	125	129	123	131	52
26	128	127	120	119	119	130	135	135	114	117	110	114	122	50
27	109	107	103	102	115	115	127	124	111	113	104	105	111	50
28	97	87	88	92	111	109	117	125	107	99	98	90	101	49
29	82	73	74	87	106	93	105	117	102	88	80	80	91	49
30	71	63	66	78	92	90	90	107	96	78	64	77	81	47
31	66	51	62	70	77	79	80	102	86	71	51	66	71	40
32	56	44	59	58	68	70	81	92	77	68	54	57	64	30
33	49	39	58	56		67		82	83	59		48	54	18
34	42	32	51	55		59		77		52		55	51	12
35		27		44		55						51	46	6

Jahr 1976

KM	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	13	17	15	23	30	37	22	20	20	15	20	21	21	55
2	22	21	26	31	39	46	40	39	30	28	30	24	31	55
3	21	17	25	33	39	36	35	37	28	27	32	26	29	55
4	19	18	21	30	37	31	33	33	24	21	30	24	26	55
5	16	16	20	26	29	31	31	31	22	22	26	22	24	55
6	16	14	18	23	24	26	32	30	23	18	22	21	22	55
7	19	15	22	21	24	24	31	29	21	13	23	20	22	55
8	22	13	24	18	22	27	27	23	18	11	20	18	20	55
9	24	16	19	25	19	28	22	16	10	10	19	24	20	55
10	21	36	30	23	18	29	18	20	15	11	20	35	23	55
11	23	36	54	42	22	32	18	42	26	15	28	49	33	55
12	29	57	58	79	37	26	26	52	28	16	40	49	41	55
13	52	66	62	74	66	41	37	53	31	25	46	58	51	55
14	51	63	69	74	55	56	45	55	31	31	49	63	54	55
15	53	62	70	82	66	58	54	62	39	56	65	80	62	55
16	80	70	85	90	84	71	53	61	58	71	95	85	75	55
17	100	89	108	113	91	68	67	70	80	76	102	117	91	55
18	114	132	121	124	122	102	85	96	89	89	110	112	108	55
19	117	150	152	140	145	115	101	111	109	110	117	132	125	55
20	136	164	159	166	142	116	127	119	111	122	114	143	135	55
21	158	177	189	175	141	133	133	126	123	125	119	144	147	55
22	172	183	184	173	155	147	133	134	122	128	114	154	151	55
23	177	181	168	163	151	141	136	137	127	128	106	152	149	55
24	174	160	152	154	131	132	136	138	126	127	101	142	141	54
25	163	140	140	150	119	124	138	133	125	124	88	127	132	54
26	144	123	127	141	116	124	126	121	119	119	78	113	122	54
27	131	111	116	135	113	124	126	121	115	107	66	100	114	53
28	106	100	104	127	101	114	111	110	108	97	57	81	101	53
29	90	85	95	113	95	109	105	102	100	82	54	72	91	50
30	78	77	84	106	88	104	100	89	90	72	46	57	80	46
31	71	69	77	95	81	97	86	78	79		40	44	75	33
32	65	64	77	90		92	78	62	69		45	34	68	17
33	53	57	69				72	56	59				59	10
34								49	50				50	2
35								39	46				43	2

Tab. A-1 (Fortsetzung)

Jahr 1977

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	13	20	35	19	32	32	28	26	22	18	19	18	23	66
2	17	25	32	32	44	40	37	34	34	28	22	24	30	66
3	20	25	30	34	41	39	33	32	28	27	22	26	29	66
4	18	23	24	31	37	37	32	27	24	26	23	25	27	66
5	15	21	21	30	32	33	30	25	20	26	23	23	24	66
6	15	17	19	28	27	32	29	24	20	23	22	20	23	66
7	12	18	16	21	27	31	25	19	18	20	21	18	20	66
8	12	16	16	17	25	30	22	21	17	18	21	15	19	66
9	12	18	15	17	23	35	19	17	24	17	21	15	19	66
10	19	41	11	16	20	35	20	25	27	15	28	16	23	66
11	35	70	17	31	35	59	29	33	24	14	38	24	34	66
12	49	101	40	63	49	79	52	43	23	14	49	34	48	66
13	71	113	86	54	55	82	51	38	22	18	60	43	57	66
14	80	102	93	55	72	65	54	46	30	28	56	63	63	66
15	99	88	102	93	64	63	57	45	46	43	67	68	69	66
16	121	87	112	109	58	70	77	59	59	52	92	86	83	66
17	150	126	138	120	77	88	82	75	79	67	91	96	98	66
18	147	151	174	140	117	95	96	84	103	68	123	95	114	66
19	170	159	168	129	104	110	100	100	106	89	116	106	119	66
20	175	156	149	162	126	128	115	110	108	107	131	120	130	66
21	178	177	174	169	140	142	131	123	121	116	134	123	141	66
22	157	174	170	170	144	145	131	133	124	114	141	129	142	66
23	141	167	163	157	137	141	134	130	121	114	140	136	140	66
24	139	161	145	147	127	138	128	128	115	116	140	135	136	66
25	132	144	134	134	121	130	138	135	123	109	135	131	131	66
26	120	131	117	125	114	127	131	138	119	104	121	122	122	65
27	104	122	105	107	107	123	124	129	112	96	114	110	113	65
28	104	105	94	96	100	112	119	120	106	89	103	99	103	65
29	103	94	94	93	96	105	112	115	95	82	89	83	94	63
30	87	86	86	83	90	98	104	103	87	73	78	70	84	62
31	79	77	83	77	82	87	95	91	79	63	66	57	74	58
32	58	71	77	71	73	79	87	85	71	57	56	43	63	50
33	49	68	67	62	62	72	87	75	65	50	43	35	54	42
34	44	57	62	59	61	61			60	47	31	32	48	23
35		50	48		49	49			53	44	20		44	10

Tab. A-2 Monats- und Jahresmittel von 1978-1982 (Sommer 2, Winter 3
Aufstiege pro Woche)

MITTELWERTE DES OZONS(NBAR) FUER DAS JAHR 1978

KM	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	20	15	27	30	35	30	36	29	21	13	16	19	24.1	130
2	25	20	30	37	40	36	41	35	29	21	24	21	30.1	130
3	26	24	30	38	39	36	38	34	29	24	24	20	30.2	130
4	24	22	28	35	36	33	39	33	26	24	22	18	28.4	130
5	22	21	25	31	32	33	35	30	24	23	20	17	26.0	130
6	20	20	23	29	30	32	33	27	22	20	18	15	24.1	130
7	18	20	20	26	26	32	33	29	19	17	15	14	22.2	130
8	16	20	24	29	26	30	30	26	16	16	14	14	21.6	130
9	18	30	29	37	25	37	26	25	18	13	12	14	23.9	130
10	33	42	38	56	38	57	31	27	19	13	14	19	32.1	130
11	43	70	54	85	75	66	33	29	18	21	20	26	44.9	130
12	58	88	87	105	97	82	47	40	20	23	25	30	58.4	130
13	72	90	103	110	99	83	51	39	19	30	32	44	64.3	130
14	84	104	100	125	97	78	54	40	26	36	39	66	70.6	130
15	81	116	88	111	86	80	56	48	28	40	48	56	69.9	130
16	106	140	90	127	103	89	70	62	53	52	55	72	84.7	130
17	123	146	107	125	103	96	71	72	66	69	71	96	95.5	130
18	138	154	117	139	102	110	90	86	78	86	88	103	107.6	130
19	150	155	132	167	126	111	102	100	103	104	107	125	123.5	130
20	151	148	149	175	137	122	114	110	111	110	121	132	131.8	130
21	153	144	162	173	144	132	131	119	116	111	126	137	137.3	130
22	150	154	160	165	149	143	132	123	120	112	130	136	139.4	130
23	149	153	157	152	146	146	132	132	116	106	132	137	138.2	130
24	149	144	143	135	134	141	133	119	112	105	131	130	131.4	129
25	139	131	125	121	127	134	131	119	117	104	126	116	124.0	129
26	127	115	108	112	123	129	129	116	115	97	121	99	115.8	128
27	112	98	97	102	117	121	122	115	105	87	105	86	105.4	126
28	95	84	87	95	109	113	113	108	98	81	92	70	95.4	124
29	86	75	79	87	101	103	103	101	88	73	79	60	86.2	121
30	77	69	72	82	93	93	94	91	80	64	68	51	77.7	113
31	68	63	65	72	85	83	86	82	73	57	56	46	69.6	105
32	61	57	56	58	79	73	75	73	65	53	48	40	61.4	89
33	52	55			73	64	70	64	57	47	41	34	55.7	60
34	48	52				62		57	49	42	39	27	47.0	34
35	44								43	46	37		42.1	10

MITTELWERTE DES OZONS(NBAR) FUER DAS JAHR 1979

KM	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	15	17	27	33	42	34	31	35	31	21	22	20	27.4	132
2	18	23	29	38	42	41	35	42	34	31	24	21	31.5	132
3	22	25	28	37	38	39	34	38	34	30	27	24	31.4	132
4	23	24	26	33	34	35	33	33	33	30	25	23	29.4	132
5	21	22	24	30	32	34	31	31	28	27	23	21	26.9	132
6	19	21	21	28	28	33	28	29	24	24	21	19	24.6	132
7	19	20	19	25	26	28	26	27	23	21	19	18	22.4	132
8	19	17	19	21	23	26	25	24	21	20	16	19	20.8	132
9	28	16	18	28	22	23	19	22	17	17	17	26	21.0	132
10	41	29	43	40	25	25	26	20	15	16	20	33	27.7	132
11	53	53	61	62	43	32	30	25	16	17	26	39	38.0	132
12	67	82	74	85	63	36	40	30	25	24	30	51	50.5	132
13	77	92	81	97	67	62	55	33	28	30	39	61	60.1	132
14	96	102	77	97	82	52	45	39	29	33	44	59	62.8	132
15	111	91	79	107	68	55	50	40	38	45	47	68	66.4	132
16	123	95	89	126	85	77	57	56	51	51	62	93	80.5	132
17	133	117	118	141	107	70	69	70	65	67	85	108	96.0	132
18	146	141	155	160	129	79	94	83	89	80	98	116	114.1	132
19	156	159	167	162	140	102	105	99	108	108	107	123	127.9	132
20	155	174	173	172	139	117	111	110	120	120	113	143	137.1	132
21	167	182	178	175	153	129	132	117	122	121	119	155	145.7	132
22	167	185	177	168	149	132	135	123	124	123	130	159	147.5	132
23	159	173	163	158	149	130	135	118	120	128	133	157	143.6	132
24	148	158	148	148	140	130	135	113	112	129	133	149	136.9	132
25	130	135	137	137	133	130	135	121	115	123	124	135	129.5	132
26	119	120	128	124	123	127	134	120	115	119	112	119	121.6	131
27	105	108	114	111	115	124	127	116	110	110	97	101	111.6	131
28	92	103	102	99	106	114	119	110	101	100	83	87	101.3	130
29	80	92	89	88	96	104	110	102	93	87	73	81	91.3	129
30	68	75	76	77	87	96	98	93	85	75	62	67	79.9	124
31	59	60	66	68	78	87	87	84	75	64	52	56	69.6	120
32	52	51	59	61	67	77	76	75	65	55	45	46	60.8	115
33	51	43	53	55	61	69	66	66	58	48	40	40	34.1	96
34	42	43	46	51	52	63	59	59	51	43			50.8	53
35	53		46	45		58	39	52	46				48.3	14

Tab. A-2 (Fortsetzung)

MITTELWERTE DES OZONS(NBAR) FUER DAS JAHR 1980

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	21	28	23	34	38	29	31	32	30	22	18	20	27.1	135
2	24	28	30	38	47	35	39	40	38	29	20	24	32.7	135
3	26	30	33	36	43	36	36	38	37	26	24	26	32.4	135
4	25	28	31	34	39	35	35	36	33	26	25	25	31.0	135
5	23	26	29	32	34	33	34	33	31	25	24	24	29.0	135
6	20	23	26	29	30	30	32	29	27	23	22	21	26.1	135
7	20	22	24	28	27	30	34	29	27	20	20	19	25.0	135
8	21	20	22	29	26	32	27	26	25	17	20	18	23.7	135
9	23	19	24	40	24	34	29	23	24	15	18	17	24.2	135
10	35	23	36	68	23	50	42	19	23	14	20	21	31.1	135
11	52	37	64	92	60	74	61	19	23	18	23	29	46.0	135
12	67	63	94	107	92	70	69	26	22	23	31	33	58.1	135
13	89	74	114	101	81	67	67	29	23	28	37	40	62.5	135
14	82	72	112	97	78	76	61	40	31	32	40	63	65.3	135
15	88	80	104	99	92	76	54	49	43	33	48	58	68.6	135
16	107	74	115	107	102	81	67	59	53	51	65	70	79.2	135
17	126	97	134	134	119	87	81	69	65	72	84	85	96.0	135
18	137	115	146	152	132	93	108	81	79	88	105	103	111.7	135
19	153	138	150	162	128	109	114	95	97	104	114	121	123.8	135
20	159	147	170	165	133	110	120	107	113	117	121	133	133.0	135
21	163	152	169	158	140	131	133	119	119	123	132	147	140.5	135
22	161	145	166	156	147	140	140	120	132	123	124	155	142.4	135
23	150	135	156	149	141	136	142	124	124	124	130	150	138.6	135
24	140	136	142	140	134	139	140	139	131	125	127	143	136.4	135
25	127	127	134	130	130	134	141	137	135	119	120	134	130.7	135
26	113	116	116	117	122	129	137	130	126	107	107	119	119.9	135
27	96	105	103	110	117	120	126	125	114	98	94	105	109.3	134
28	83	93	96	98	104	109	114	114	99	90	79	87	97.2	134
29	67	80	87	84	94	101	102	101	87	80	69	70	85.2	133
30	55	70	79	76	83	91	88	89	77	70	60	59	74.7	131
31	46	64	68	70	74	81	77	78	67	61	51	51	65.7	124
32	42	57	60	64	64	72	67	66	58	53	45	49	58.2	113
33	39	52	53	58	56	65	57	57	49	47	40	45	51.6	99
34	38	50	47	52	48	55	48	51	44	41		40	46.7	71
35		49	49	45	41	46	42	46	38				44.2	34

MITTELWERTE DES OZONS(NBAR) FUER DAS JAHR 1981

KM	JAN	FEB	MARZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	21	17	24	30	34	30	30	29	28	28	28	23	26.8	131
2	24	26	31	42	41	40	38	43	33	36	31	27	34.3	131
3	25	28	31	39	36	39	35	41	32	36	32	27	33.3	131
4	25	26	28	35	34	38	34	36	31	33	32	26	31.5	131
5	25	24	26	32	32	37	31	35	30	29	30	24	49.4	131
6	23	21	23	31	29	33	31	29	27	26	27	21	26.7	131
7	21	19	22	26	25	29	29	28	26	22	25	21	24.5	131
8	21	21	22	26	22	28	25	29	25	20	23	21	23.6	131
9	24	23	29	25	27	31	23	28	21	19	22	28	24.9	131
10	27	35	40	33	37	36	24	31	20	21	22	32	29.7	131
11	34	56	43	55	51	53	34	30	27	27	24	46	40.0	131
12	46	67	73	78	80	58	53	34	33	33	26	54	52.9	131
13	57	83	82	89	81	64	51	30	36	37	33	54	58.1	131
14	58	72	88	79	83	64	58	40	35	40	38	60	59.5	131
15	65	94	92	83	85	67	59	47	40	47	37	64	64.9	131
16	87	124	105	91	82	71	65	55	49	55	52	80	76.3	131
17	102	127	121	112	108	70	83	67	67	81	74	101	92.8	131
18	133	147	122	124	128	98	81	82	80	97	92	119	108.5	131
19	150	167	149	146	138	114	94	93	94	114	105	135	125.0	131
20	158	167	165	156	148	126	116	114	109	123	115	145	136.8	131
21	158	169	170	162	152	132	129	122	118	127	125	158	143.5	131
22	157	173	164	159	162	138	139	130	125	131	133	157	147.3	130
23	151	162	156	155	155	138	138	131	129	128	133	151	143.9	130
24	146	147	141	143	150	133	141	127	133	127	131	143	138.5	130
25	133	135	125	131	141	132	139	126	126	123	121	132	130.4	130
26	117	114	110	121	134	129	134	127	123	120	112	111	121.0	130
27	98	102	99	110	127	125	124	123	113	112	100	96	110.7	129
28	84	95	86	98	114	115	115	110	102	99	87	83	99.1	129
29	73	90	76	89	102	104	104	98	92	88	75	72	88.7	128
30	67	83	68	79	90	92	92	88	80	76	64	62	78.3	125
31	61	73	62	70	77	78	79	75	70	64	53	51	67.7	117
32	56	62	56	63	65	66	67	65	61	55	47	42	58.6	96
33	61	55	57	55	57	57	61	60	54	50	34	36	53.0	58
34	57	50	48	47	43	47	59			40		35	47.1	23

Tab. A-2 (Fortsetzung)

MITTELWERTE DES OZONS(NBAR) FUER DAS JAHR 1982

KM	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR	N
1	26	23	34	36	36	42	37	29	36	32	35	28	32.8	130
2	32	31	39	41	47	50	47	37	40	36	37	34	39.3	130
3	31	30	36	42	44	47	45	38	39	37	35	32	38.0	130
4	29	27	35	38	38	45	42	34	35	35	32	29	35.0	130
5	28	26	32	34	34	41	40	34	33	31	30	27	32.4	130
6	25	25	30	33	30	37	39	33	30	27	28	24	30.1	130
7	24	24	27	30	29	36	35	29	27	25	26	23	27.9	130
8	21	26	25	28	26	32	33	26	24	22	25	22	25.8	130
9	21	30	27	29	24	30	34	24	22	19	24	22	25.5	130
10	25	42	42	37	30	31	32	23	21	21	26	23	29.5	130
11	45	55	63	59	47	40	36	24	23	28	29	28	39.8	130
12	62	54	80	74	63	51	42	31	26	28	31	36	48.2	130
13	82	60	90	86	85	65	43	33	31	31	39	45	57.4	130
14	88	62	110	77	85	66	48	36	34	36	44	45	60.9	130
15	94	81	108	90	84	71	63	45	45	45	51	53	69.1	130
16	100	99	128	103	91	83	65	54	48	58	58	71	79.9	130
17	115	123	134	129	86	83	64	62	57	75	80	79	90.6	130
18	133	144	147	143	95	94	78	87	75	86	94	89	105.6	130
19	157	178	158	152	122	127	86	109	89	105	112	110	125.4	130
20	168	193	171	164	149	136	116	122	102	115	116	105	138.0	130
21	173	200	181	163	161	142	126	127	110	120	122	116	145.2	130
22	174	200	179	166	160	149	124	137	119	122	127	131	149.0	130
23	165	186	167	157	153	147	128	144	130	126	132	135	147.5	130
24	159	177	152	144	140	142	132	143	129	124	128	130	141.7	130
25	140	158	143	127	134	137	130	131	122	115	122	124	131.7	129
26	126	139	131	113	124	133	131	126	110	108	114	115	122.4	129
27	105	120	118	98	120	123	122	118	102	97	105	98	110.4	129
28	91	100	108	90	110	114	113	111	93	84	91	84	99.1	129
29	80	87	97	82	102	103	102	103	85	76	75	68	88.3	127
30	66	73	85	73	90	91	92	92	78	67	63	54	77.1	126
31	52	62	75	64	78	79	80	79	71	56	54	44	66.5	125
32	44	51	64	57	67	68	68	67	60	48	45	41	56.7	118
33	35	43	53	49	56	57	56	58	52	42	40	34	47.9	102
34	35	37	51	42	45	46	46	50	43	35	31	35	41.4	64
35		30	49	45	41	39	39		41			26	38.5	23

In der Reihe »BPT-Berichte« sind bisher erschienen:

BPT-Bericht 1/78*
Production of natural compounds
by cell culture methods

BPT-Bericht 2/78*
Projektplan
Internationale Kooperationen

BPT-Bericht 3/78
Früherkennung entwicklungs-
gefährdender Störungen mittels
Vorsorgeuntersuchungen

BPT-Bericht 4/78
Datenschutzprobleme einer Dokumen-
tation im Vertrauensärztlichen Dienst
und der gemeinsamen Forschung
im Bereich der gesetzlichen
Sozialversicherung

BPT-Bericht 5/78*
Sozialwissenschaftliche Begleit-
forschung zu „DOMINIG“ Band I
Theoretische und methodische
Überlegungen zum Einsatz der ADV
im Gesundheitswesen

BPT-Bericht 6/78
Sozialwissenschaftliche Begleit-
forschung zu „DOMINIG“ Band V
Die Krankenhausbedarfsplanung in den
Ländern der Bundesrepublik
Deutschland

BPT-Bericht 7/78
Sozialwissenschaftliche Begleit-
forschung zu „DOMINIG“ Band III
Informationsverbund mehrerer Kranken-
häuser unter Benutzung eines
zentralisierten DV-Systems

BPT-Bericht 8/78
Integriertes Rechnungswesen
in Krankenhäusern
Bund-Länder-Arbeitsgruppe
„Automation im Krankenhaus“

BPT-Bericht 9/78*
Münchener pädiatrische Längsschnitt-
studie: Früherkennung entwicklungs-
gefährdender Störungen mittels
Vorsorgeuntersuchungen

BPT-Bericht 10/78
Sozialwissenschaftliche Begleit-
forschung zu „DOMINIG“, Zusammen-
fassung des Abschlußberichts Band IV
Voraussetzungen für die Praxis-
rationalisierung des niedergelassenen
Arztes...

BPT-Bericht 1/79
Entwicklung antithrombogener
Kunststoffoberflächen

BPT-Bericht 2/79*
Einflüsse von Umweltchemikalien
auf das Klima und biologische
Folgewirkungen I

BPT-Bericht 3/79
Sozialwissenschaftliche Begleit-
forschung zu DOMINIG, Band II
Veränderungen im Planungsprozeß
im Gesundheitswesen durch die
Einführung der automatischen
Datenverarbeitung

BPT-Bericht 4/79*
Messung der von Veränderungen
der Ozonschicht stark abhängigen
kurzwelligigen Sonnenstrahlung

BPT-Bericht 5/79*
Über den Einfluß von unterschiedlich
reifen Müllklärschlammkomposten auf
den Boden und die durch Strausalz
geschädigten Pflanzen im Mittel-
streifenbereich der Bundesautobahnen

BPT-Bericht 6/79
Datenverarbeitung in Medizin und
Gesundheitswesen Projektplan 1977/78
Band I

BPT-Bericht 7/79
Datenverarbeitung in Medizin und
Gesundheitswesen Projektplan 1977/78
Band II

BPT-Bericht 8/79
Optische Verfahren in der Medizin
Projektplan 1978

BPT-Bericht 1/80
Prüfung von Chemikalien
auf Kanzerogenität, Mutagenität und
Teratogenität

BPT-Bericht 2/80*
Meßtechnik in der Medizin
Projektbericht 1979

BPT-Bericht 3/80
Optische Verfahren in der Medizin
Projektbericht 1979

BPT-Bericht 1/81
Materialien und Systeme
zur Organunterstützung
Projektbericht 1978/79

BPT-Bericht 2/81*
Einflüsse von UC auf das Klima und
biologische Folgewirkungen II

BPT-Bericht 3/81
Durchführung und Auswertung eines
Modellversuchs zur Verbesserung der
Schwangerenvorsorge und der
Nachsorge von Säuglingen durch die
Aktion Familien-Hebamme

BPT-Bericht 4/81
Bioverfügbarkeit
von Arzneimitteln

BPT-Bericht 5/81
Meßtechnik in der Medizin
Datenverarbeitung in der Medizin und
Optische Verfahren in der Medizin

BPT-Bericht 1/82*
Untersuchungen über den Einfluß
erhöhter UV-B-Strahlung auf Entwick-
lung, Zusammensetzung, Struktur
und Funktion von Pflanzen

BPT-Bericht 2/82*
Modellrechnung zur atmosphärischen
Reaktionskinetik zur Untersuchung des
Einflusses von Spurenstoffen auf die
Stratosphäre mit Analyse der
Schwankungsbreiten

BPT-Bericht 3/82
Abschlußbericht der Sozialwissen-
schaftlichen Begleituntersuchung
zu „DOMINIG“

BPT-Bericht 4/82*
Zelluläre Änderung der Konzentration
verschiedener atmosphärischer
Spurenstoffe

BPT-Bericht 5/82
Biological Effects of UV-B Radiation
Proceedings of a Workshop held in
Munich-Neuherberg
May, 25-27, 1982

BPT-Bericht 6/82*
Meßtechnik in der Medizin
Datenverarbeitung in der Medizin und
Optische Verfahren in der Medizin

BPT-Bericht 1/83
Materialien und Systeme
zur Organunterstützung
Projektbericht 1980/81

BPT-Bericht 2/83
Prüfung von Chemikalien
auf Kanzerogenität, Mutagenität
und Teratogenität
2. Statusseminar
23./24. 11. 1981 in Neuherberg

BPT-Bericht 3/83
Darstellung der Aufgaben des
Vertrauensärztlichen Dienstes
aus datenschutzrechtlicher/
sozialrechtlicher/sozialmedizinischer
Sicht

BPT-Bericht 1/84
Meßtechnik in der Medizin
Projektbericht 1982

BPT-Bericht 2/84
Früherkennung Neuromotorischer
Entwicklungsstörungen im Vorschulalter

BPT-Bericht 3/84
Früherkennung und Prävention
von Anenzephalie und
Myelomeningozele

BPT-Bericht 4/84
Klinische Prüfung des Erythrozyten-
aggregationswertes als Früherken-
nungsmaßnahme für die koronare Herz-
erkrankung und für periphere arterielle
Verschlußkrankheiten

BPT-Bericht 5/84
Herzbeschwerden, Koronare Herz-
krankheit und Arbeitsleben

BPT-Bericht 6/84
Verbesserung der Grundkenntnisse
über die Klimatologie der vertikalen
Ozonschicht durch verstärkte Ballon-
sondierung

*) vergriffen
**) erscheint demnächst

E	6. FEB 1985
A	
N	